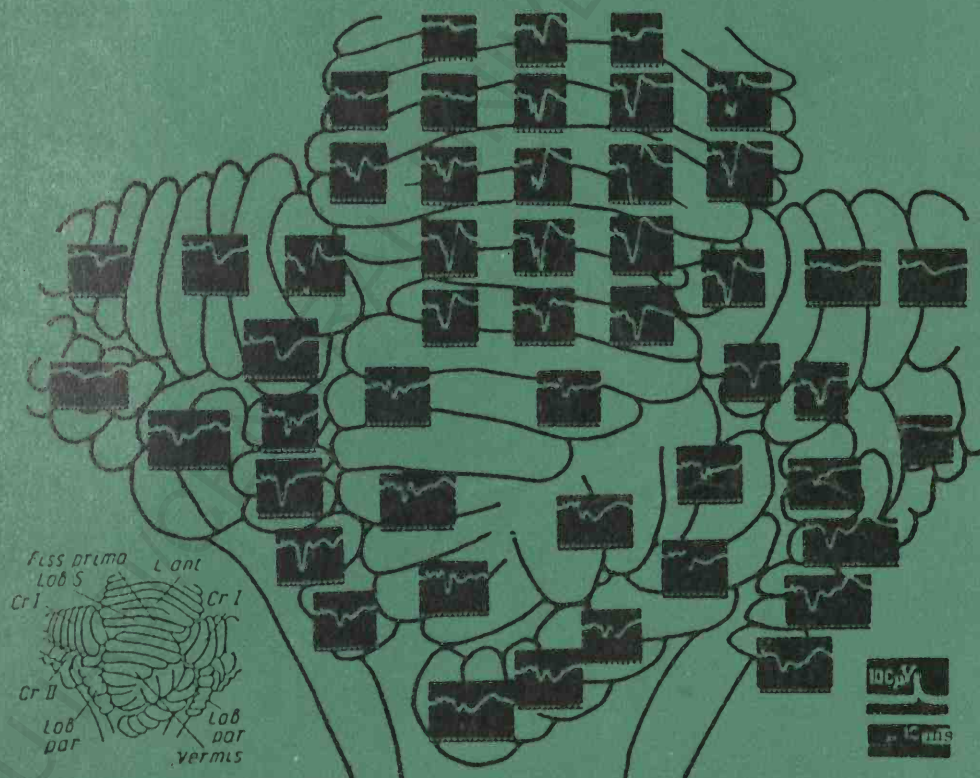


UNIVERSITATEA „AL. I. CUZA“ IAȘI  
FACULTATEA DE BIOLOGIE - GEOGRAFIE

Lector Dr. VASILE P. HEFCO

# FIZIOLOGIE EXPERIMENTALĂ :

## FUNCȚIILE DE RELAȚIE



|                      |   |
|----------------------|---|
| 1. TESUTUL OSOS..... | 1 |
|----------------------|---|

## CAPITOLUL II

## FIZIOLOGIA MUSCHILOR SI A NERVILOR.

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2. COMPOZITIA MUSCHIULUI STRIAT.....                                                               | 5  |
| A. Determinarea cantității de apă din mușchi.....                                                  | 5  |
| B. Electroliții tisulari .....                                                                     | 6  |
| C. Separarea miozinei .....                                                                        | 7  |
| D. Evidențierea mioglobinei.....                                                                   | 7  |
| E. Glicogenul muscular.....                                                                        | 8  |
| 3. PREPARATUL NEUROMUSCULAR SCIATIC-GASTROCNEMIAN.....                                             | 9  |
| 4. EXTENSIBILITATEA SI ELASTICITATEA MUSCULARA.....                                                | 13 |
| 5. INREGISTRAREA SI ANALIZA SECUSEI MUSCULARE.....                                                 | 15 |
| 6. ACTIUNEA TEMPERATURII ASUPRA SECUSEI.....                                                       | 18 |
| 7. RELATIA DINTRE INTENSITATEA EXCITANTULUI SI AMPLITUDINEA<br>CONTRACTIEI MUSCHIULUI.....         | 18 |
| 8. CONTRACTIILE TETANICE.....                                                                      | 20 |
| 9. RELATIA DINTRE FORTA DE CONTRACTIE A MUSCHIULUI SI<br>LUNGIMEA LUI INITIALA.....                | 23 |
| 10. VOLUMUL MUSCHIULUI CONTRACTAT.....                                                             | 26 |
| 11. ERGOGRAFIA.....                                                                                | 27 |
| 12. OBOSEALA MUSCULARA.....                                                                        | 29 |
| 13. CONTRACTIA MUSCHILOR NETEZI.....                                                               | 34 |
| 14. CURBA EXCITABILITATII. CRONAXIA MOTORIE.....                                                   | 38 |
| 15. METODA BIOLOGICA PENTRU DEMONSTRAREA FENOMENELOR<br>BIOELECTRICE IN TESUTURILE EXCITABILE..... | 43 |
| Experiența lui Galvani (contractia fără metal), pentru<br>demonstrarea curentului de repaus.....   | 43 |
| Experiența lui C. Matteucci (tetanos secundar). Demonstrarea<br>curentului de acțiune.....         | 44 |
| 16. EVIDENȚIEREA BIOPOTENTIALALELOR CU AJUTORUL GALVANOMETRULUI.....                               | 45 |
| 17. POTENTIALUL DE ACTIUNE AL NERVULUI INREGISTRAT CU AJUTORUL<br>OSCILOGRAFULUI.....              | 47 |
| 18. TEHNICA MICROELECTROZILOR.....                                                                 | 51 |
| 19. POTENTIALUL DE REPAUS AL FIBREI MUSCULARE STRIATE.....                                         | 56 |
| 20. POTENTIALUL DE ACTIUNE LA NIVEL CELULAR.....                                                   | 58 |
| 1-Derivarea intracelulară a potențialului de acțiune<br>de la fibra musculară striată.....         | 60 |



|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.Derivarea extracelulară a potențialului de acțiune din neuronii corticali.....          | 61 |
| 21.MECANISMUL TRANSMITERII SINAPTICE.POTENTIALUL POSTSINAPTIC EXCITATOR SI INHIBITOR..... | 62 |
| 22.ELECTROMIOGRAFIA.....                                                                  | 65 |
| 1-Electromiografia globală la om.....                                                     | 67 |
| 2-Electromiografia elementară la om.....                                                  | 67 |
| 3-Inregistrarea electromiogramei la animale în experientă acută.....                      | 68 |
| 23.VITEZA DE TRANSMITERE A INFLUXULUI NERVOS PRIN NERV.....                               | 69 |
| 24.ELECTROTONUSUL FIZIOLOGIC.....                                                         | 72 |
| 25.LEGILE CONTRACTIEI ALE LUI PFLÜGER.....                                                | 75 |
| 26.LEGILE CONDUCERII INFLUXULUI NERVOS.....                                               | 77 |

### CAPITOLUL III

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIZIOLOGIA SISTEMULUI NERVOS CENTRAL.....                                          | 79 |
| 27.ANALIZA ACTULUI SI ARCULUI REFLEX.....                                          | 80 |
| 28.DETERMINAREA TIMPULUI REFLEX DUPA TÜRK.....                                     | 82 |
| 29.DETERMINAREA INTIRZIERII SINAPTICE.....                                         | 84 |
| 30.ZONE REFLEXOGENE ALE REFLEXELOR MEDULARE.....                                   | 85 |
| 31.FIZIOLOGIA RADACINILOR NERVILOR RAHIDIENI.<br>LEGEA BELL-MAGENDIE.....          | 86 |
| 32.LEGILE REFLEXELOR EXTEROCEPTIVE MEDULARE.LEGILE LUI PFLÜGER.....                | 91 |
| 33.INHIBITIA REFLEXELOR MEDULARE.....                                              | 93 |
| 34.INHIBITIA CENTRALA A REFLEXELOR MEDULARE.<br>EXPERIENTA LUI SECENOV (1862)..... | 94 |
| 35.INERVATIA RECIPROCA A MUSCHILOR ANTAGONISTI.....                                | 96 |
| 36.TONUȘUL MUSCHILOR STRIATI.....                                                  | 97 |
| 37.REFLEXE MIOTATICE CU IMPORTANTA CLINICA.....                                    | 98 |

### FIZIOLOGIA ENCEFALULUI.

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 38.EXPERIENTA LUI SECENOV.....                                                                              | 101 |
| 39.CONSECINTELE EXTIRPARII UNOR PARTI ALE ENCEFALULUI<br>A.Extirparea emisferelor cerebrale la broască..... | 102 |
| B.Distrugerea unilaterală a cerebelului la broască.....                                                     | 103 |
| C.Decerebrarea animalului-Rigiditatea de decerebrare.....                                                   | 104 |
| 40.EFECTELE MOTORII PRIN EXCITAREA EMISFERELOR CEREBRALE.....                                               | 106 |
| 41.INREGISTRAREA BIOPOTENTIALEROR CREIERULUI LA OM-<br>ELECTROENCEFALOGRAFIA.....                           | 109 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 42.DERIVAREA POTENTIALERELOR EVOCATE DE PE SCOARTA CEREBRALA....                                         | 111 |
| 43.PROPRIETATILE POTENTIALERELOR EVOCATE PRIMARE SI SECUNDARE<br>ALE SCOARTEI EMISFERELOR CEREBRALE..... | 115 |
| 44.POTENTIALELE EVOCATE CEREBELOASE.....                                                                 | 118 |
| 45.TEHNICA STERBOTAXICA.....                                                                             | 120 |
| Experiment cronic.....                                                                                   | 126 |
| Experiment acut.....                                                                                     | 131 |
| Examinarea histologică a creierului.....                                                                 | 131 |
| 46.ROLUL HIPOTALAMUSULUI IN TERMOREGLARE EVIDENTIIAT PRIN<br>LEZIUNI ELECTROLITICE.....                  | 133 |

#### METODA REFLEXELOR CONDITIONATE.....135

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 47.REFLEXELE CONDITIONATE DE EVITARE ACTIVA LA ANIMALE<br>MICI DE LABORATOR.....           | 135 |
| A.Elaborarea reflexului condiționat de evitare în cușca<br>tip navetă.....                 | 136 |
| B.Stingerea reflexului condiționat de evitare în cușca<br>tip navetă.....                  | 138 |
| C.Elaborarea reflexului condiționat de evitare activă<br>în cutia labirint.....            | 138 |
| 48.REFLEXELE CONDITIONATE DE EVITARE PASIVA.....                                           | 139 |
| A.Invățarea unică și rata de fixare a comportamentului<br>pasiv de evitare.....            | 139 |
| 49.CONDITIONARI OPERANTE.....                                                              | 140 |
| 50.ELABORAREA REFLEXULUI CONDITIONAT MOTOR ALIMENTAR.....                                  | 142 |
| 51.TEHNICA AUTOEXCITARII ANIMALULUI.....                                                   | 143 |
| 52.OBSERVAREA INHIBITIEI EXTERNE A REFLEXELOR CONDITIONATE..                               | 146 |
| 53.FOLOSIREA ELECTROENCEFALOGRAFIEI PENTRU STUDIUL<br>ACTIVITATII NERVOASE SUPERIOARE..... | 146 |

### CAPITOLUL IV.

#### FIZIOLOGIA ANALIZATORILOR.

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 54.PRAGUL DIFFERENTIAL AL SENZATIEI.....                    | 148 |
| 55.SENSIBILITATEA TACTILA.PRAGUL SPATIAL.ESTEZIOMETRIA..... | 149 |
| 56.EXPERIENTA LUI ARISTOTEL.....                            | 151 |
| 57.SENSIBILITATEA TERMICA<br>A.Termocesteziometria.....     | 151 |
| B.Zona termică fiziologică zero și modificările ei<br>..... | 153 |



|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 58. RECEPTIA DUREROASA.....                                                                       | 153 |
| 59. DETERMINAREA PRAGULUI SENSIBILITATII GUSTATIVE.....                                           | 154 |
| 60. HARTA CIMPURILOR GUSTATIVE DE PE LIMBA.....                                                   | 155 |
| 61. DETERMINAREA PRAGULUI ABSOLUT SI DIFFERENTIAL AL<br>ANALIZATORULUI MOTOR SAU CHINESTEZIC..... | 155 |

#### ANALIZATORUL ACUSTIC

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 62. ROLUL PAVILIONULUI URECHII.....                         | 158 |
| 63. TRANSMITEREA SUNETELOR PRIN OASELE CUTIEI CRANIENE..... | 159 |
| 64. EXTIRPAREA APARATULUI VESTIBULAR LA BROASCA.....        | 160 |

#### ANALIZATORUL OPTIC

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 65. EXCITAREA MECANICA A OCHIULUI.....                                      | 162 |
| 66. ACTIUNEA UNOR SUBSTANTE ASUPRA IRISULUI.....                            | 162 |
| 67. ACOMODAREA OCHIULUI.                                                    |     |
| A. Experienta lui Scheiner.....                                             | 163 |
| B. Imaginile lui Purkinje-Sanson.....                                       | 164 |
| 68. RETINA.                                                                 |     |
| A. Demonstrarea petei oarbe. Experienta lui Mariotte.....                   | 166 |
| B. Demonstrarea petei galbene. Experienta lui Maxwell.....                  | 166 |
| C. Formarea imaginii pe retina.....                                         | 167 |
| D. Rectificarea cerebrală a unei imagini retiniene.....                     | 167 |
| E. Observarea stratului vascular al retinei (figurile<br>lui Purkinje)..... | 167 |
| F. Rodopsina.....                                                           | 168 |
| 69. DETERMINAREA CIMPULUI VIZUAL.....                                       | 169 |
| 70. Reglarea activitatii analizatorilor.....                                | 172 |
| ANEXE.....                                                                  | 175 |
| BIBLIOGRAFIE.....                                                           |     |

## CAPITOLUL I.

### 1. ȚESUTUL OSOS.

Compoziția osului. Țesutul osos, eliberat de măduva grasă, se compune din substanțe organice (mai ales proteine), apă și minerale. Constituentul proteic principal este oseina, însă există și mici cantități de osteomucoide și o substanță albuminoidă. Apa reprezintă aproximativ 25% din greutatea osului, substanțele organice 30%, iar compuşii anorganici 45%. Substanțele minerale conţin din Ca, P, Mg și din mici cantități de K, Cl, F, Fe. În oase se găsesc și citrați.

Calciul realizează 20-25% din greutatea osului uscat. Există sub două forme principale:  $\text{CaCO}_3$  și fosfat tricalcic- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Se găsesc de asemenea mici cantități de clorură de calciu și fluorură de calciu.

Magneziul se găsește mai ales sub formă de  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Trebuie reamintit că osul adult nu este doar un material de construcție inert, ci reprezintă un țesut viu, a cărui compoziție minerală prezintă fluctuații sub influența celorlalte funcții ale organismului.

#### A. Demineralizarea osului.

Material necesar: o diafiză, pahar Berzelius de 1000ml, HCl 5%.

Principiul lucrării: substanța minerală din os sub acțiunea HCl trece în soluție sub formă de cloruri, rămânând numai osul de oseină, elastic.

Tehnica: Se taie cu ajutorul unui ferăstrău o bucată de diafiză de aproximativ 4 cm, se curăță bine de măduvă, se îndepărtează cartilagiile și tendoanele, apoi se spală de câteva ori cu alcool și eter pentru degresare. Osul astfel pregătit se pune într-un pahar Berzelius, peste care se toarnă HCl pînă la acoperirea lui completă. Se lasă 24 ore, timp în care se schimbă soluția de HCl de cel puțin 4 ori. Se obține un corp gelatinos, aproape transparent și moale, care păstrează forma și volumul inițial al diafizei. Este osul demineralizat, format numai din substanță organică.

#### B. Hidroliza oseinei.

Material necesar: os de oseină, pahar Berzelius de 150 ml, HCl 5%.

Principiu: în prezența acizilor minerali diluați și la cald,



oseina se hidrolizează în aminoacizi, pe care îi putem identifica prin reacții specifice.

Tehnica: într-un pahar Berzelius se pun 30 ml HCl 5%, se adaugă o bucată de os demineralizat și se fierbe timp de 1/2 oră. După răcire se fac următoarele reacții pentru identificarea:

-glicocolului: se iau într-o eprubetă 3 ml din soluția răcită, se adaugă 2 picături de  $\text{FeCl}_3$  2% și se obține o colorație roșie, care dispare prin adăugarea de HCl conc. și reapare prin adăugare de amoniac.

-leucinei: se pun într-o eprubetă 3 ml din soluția răcită, se adaugă sare de acetat de plumb pînă la saturare. Se formează un precipitat de leucinat de plumb.

-transformarea oseinei în gelatină. Într-un pahar Berzelius se pune o bucată de os de oseină, peste care se toarnă apă distilată. Se fierbe timp de 1 oră. Oseina se transformă în gelatină, care prin răcire dă o masă gelatinoasă transparentă.

### C. Substanța minerală a osului.

-calcinarea. Sub acțiunea temperaturilor înalte, are loc distrugerea substanțelor organice și conservarea substanțelor minerale.

Tehnica: se ia o bucată de os curățită și se pune la incinerator. Osul se transformă într-o masă porcoasă, alburie și foarte sfărâmicioasă, care pisată în mojar dă făina de os, formată din diferite săruri.

Evidențierea calciului. În prezența HCl, sărurile de calciu trec sub forma de cloruri solubile.

Se ia într-o eprubetă un vîrf de cuțit de făină de os, peste care se adaugă 10 ml HCl 2%. Se agită pînă la solubilizare. Din soluție se iau 2 ml într-o eprubetă și se adaugă 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  15%. După 10-15 minute se formează un precipitat alb cristalin de  $\text{SO}_4\text{Ca}$ . O picătură din acest precipitat evaporată pe o lamă și examinată la microscop, ne prezintă cristale aciculare sau prismatice de  $\text{SO}_4\text{Ca}$ .

-Din soluția obținută se iau 2 ml într-o eprubetă, se adaugă 2-3 picături de oxalat de amoniu 3%, din care se va forma un precipitat alb, cristalin de oxalat de calciu. O picătură din precipitat evaporată pe lamă și observată la microscop, prezintă cristale octaedrice de oxalat de calciu.

Evidențierea magneziului. Se iau 2 ml din soluția de fân : oase în HCl diluat, se adaugă cu grijă în exces carbonat de amoniu soluție concentrată și se fierbe. Se formează un precipitat abundent de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . Se filtrează. Peste filtratul limpede se adaugă în proporție de 1:1 o soluție concentrată de clorură de amoniu și 2-3 cristale de fosfat trisodic și apoi amoniac în exces. Se formează un precipitat alb de fosfat amoniaco-magnezian, care privit la microscop, după evaporarea pe o lamă, se prezintă ca niște cristali sub formă de frunze de ferigă sau vîrf de săgeți.

Evidențierea fluorului. Se iau 4 ml din soluția de fân de oase în HCl diluat, se adaugă cîteva picături de amoniac după care se încălzește ușor. Se formează un precipitat de fluorură de calciu.

Evidențierea fosforului. Într-o eprubetă se face o soluție concentrată de fân de os în acid acetic 2%. Excesul de fân se filtrează. Se ia un volum din soluția filtrată (2 ml) peste care se adaugă 2-3 volume de acetat de uranil, soluție concentrată. Se formează după o încălzire ușoară, un precipitat floconos de culoare galbenă de fosfat de uranil, care este solubil în acizi minerali și insolubil în acizi organici.

Recomandări: se va desena forma cristalelor observate.

Intrebări de control: Care este compoziția chimică a osului? Ce rol îndeplinesc componentele chimice ale osului? Cine și cum reglează metabolismul oaselor?



## CAPITOLUL II

### FIZIOLOGIA MUSCHILOR SI A NERVILOR

Miscarea este una dintre manifestările esențiale ale vieții, iar mușchiul reprezintă țesutul, care, la animale poate să se contracte și să se relaxeze, să efectueze o mișcare și prin aceasta, lucru.

Mușchiul striat este un organ periferic efector, care lucrează în organism numai sub comandă nervoasă. Deci activitatea musculară trebuie privită într-o strinsă legătură cu comanda și reglarea nervoasă. Mușchiul împreună cu nervul motor care-l inervează și cu motoneuronii, care dau naștere fibrelor nervoase motorii ce inervează mușchiul respectiv, formează un tot unitar, toate elementele descrise mai sus funcționând strins unite împreună în cadrul unor unități neuromusculare sau unități motorii. Unitatea motorie este constituită din neuronul motor împreună cu prelungirile sale și din toate fibrele musculare, care sînt inervate de ramificațiile terminale ale axonului motoneuronului respectiv.

Fibra musculară sau mușchiul în totalitate cît și fibra nervoasă sau nervul întreg, se pot excita și în urma acțiunii directe a excitanților. Cînd intensitatea excitantului este suficient de puternică, la nivelul nervului apare un proces de excitație iar mușchiul răspunde prin contracție. Reflectarea caracteristicilor cantitative și calitative ale procesului de excitație, din multitudinea fenomenelor fizice, chimice și fizico-chimice ce-l însoțesc, se corelează cel mai bine cu potențialele bioelectrice. În cazul mușchiului ca o manifestare exterioară a excitației, alături de potențialele bioelectrice, servește și actul contractil. Contracția musculară poate servi drept indicator fidel al stării funcționale a nervului. De aceea studiul fiziologiei mușchilor și a nervilor, se bazează pe cercetarea efectelor mecanice ale contracției și a fenomenelor bioelectrice.

Mecanismele intime ale apariției și propagării procesului de excitație, cît și transmiterea lui la nivelul mușchiului, se studiază cu ajutorul tehnicii microelectrozilor pe celule nervoase și musculare izolate.

Proprietățile generale ale mușchilor și nervilor, proprie-

tățile sistemului neuromuscular cît și legile generale ale apariției, propagării și transmiterii excitației, să studieze pe mușchiul sau nervul izolat, sau pe sistemul format din mușchiul izolat împreună cu nervul său motor-preparatul neuromuscular.

Studiul fiziologiei nervilor și a mușchilor permite rezolvarea unor probleme teoretice și practice legate de înțelegerea activității sistemului nervos central. Acest domeniu de fiziologie prezintă o importanță deosebită în practica medicală, deoarece imbolnăvirile și leziunile traumatice ale aparatului locomotor sînt foarte răspîndite.

Lucrările tratate în acest capitol cuprind atît metode clasice cît și cele moderne folosite în studiul fiziologiei mușchilor și a nervilor.

## 2.COMPOZITIA MUSCHIULUI STRIAT.

Mușchiul este alcătuit din aproximativ 75% apă și 25% substanță uscată. Din substanța uscată aproximativ 20% revin substanțelor proteice iar restul de 5% sînt glucide, lipide, fosfocreatină, anserină, carnosină și substanțe anorganice. Proteinele se prezintă sub formă de proteine libere (30%) (albumina, globulina, mioglobina, enzime) și proteine de structură (aproximativ 70%) din care proteinele stromei cuprind 20% iar restul de 50% revin proteinelor contractile (miozina, actina, actomiozina, tropomiozina).

### A.Determinarea cantității de apă din mușchi.

Material necesar: fiole de cîntărire; etuvă; balanță analitică; exicator cu  $H_2SO_4$ ; trusă de disecție; broască.

Principiu: prin uscare pînă la greutate constantă, mușchiul pierde toată apa. Cunoșcînd greutatea mușchiului proaspăt și a celui uscat, se poate afla prin diferență cantitatea de apă. Rezultatul se exprimă la 100 g țesut umed sau în kg apă pe kg greutate uscată, folosindu-se următoarea formulă:

$$\frac{\text{kg apă totală}}{\text{kg țesut uscat}} = \frac{\text{mg țesut umed}}{\text{mg țesut uscat}} - 1.$$

Tehnica: se disecă mușchiul sartorius de broască, se îndepărtează tendoanele și se introduce în fiola de cîntărire cu greutate cunoscută. Se cîntărește fiola împreună cu mușchiul, du-



pă care se introduce pentru dezhidratare într-o etuvă termostatăată la  $110^{\circ}\text{C}$  pentru 4-5 ore. După aceasta se răcesc fiolele într-un exicator cu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  timp de 30 minute, după care se cîntăresc.

Recomandări: se vor înregistra valorile obținute și se va calcula procentul de apă totală din mușchi.

### B. Electroliții tisulari.

Descriem mai jos cîteva metode folosite pentru determinarea unor cationi și anioni din mușchi.

1. Material necesar: flamfotometru, eprubete de centrifugă Pyrex, baie de apă,  $\text{HNO}_3$  conc., pipete, apă bidistilată.

Tehnica: se cîntăresc 5 mușchi sartorius de broască și se introduce în eprubete Pyrex peste care se adaugă 0,2 ml  $\text{HNO}_3$  concentrat. Se fierb eprubetele la baie de apă timp de 15 minute. În felul acesta țesutul este carbonizat. Se diluează cu apă bidistilată conținutul tubului pînă la volumul necesar (obișnuit 50mg țesut se dizolvă într-un volum de 15 ml). În extractul limpede se determină  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$  prin metoda flamfotometrică, iar valorile obținute sînt exprimate în procente sau miliechivalenți (mEq)/Kg țesut uscat (vezi determinarea ionilor din sînge).

2. Cationii din țesuturi umede pot fi extragi cu acid diluat ( $0,2\text{N } \text{HNO}_3$  sau  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) în cel puțin 24 ore.

3. Cationii pot fi determinați prin incinerarea țesuturilor uscate sau umede într-un creuzet de Pt la  $650^{\circ}\text{C}$  peste noapte. Cenusa este dizolvată în un ml  $\text{HNO}_3$  N, extractul se diluează și se determină flamfotometric Na, K, Ca, Mg.

4. Într-o eprubetă Pyrex se mojarează țesutul uscat cu un piston de sticlă. Se adaugă 4 ml apă bidistilată și suspensia este plasată pentru 15 minute într-o baie de apă care fierbe. După răcire se adaugă  $2\text{N } \text{H}_2\text{SO}_4$  pînă la o concentrație finală de  $0,2\text{N}$ . Se diluează extractul cît este necesar. Extragerea electroliților este completă după 24 ore. În extractul limpede Na și K se determină flamfotometric iar  $\text{Cl}^-$  printr-o titrare cu  $\text{NO}_3\text{Ag}$ . Folosind această metodă putem determina din aceeași mostră tisulară atît apa cît și electroliții.

Recomandări: Se vor nota valorile obținute pentru fiecare ion în parte și se vor compara cu valorile normale.

### C. Separarea miozinei.

Miozina, o proteină fibrilară de tipul alfa keratinei, cu greutate moleculară de 420.000, este solubilă în soluții saline diluate și insolubilă în apă distilată sau soluții saline concentrate.

Material necesar: mușchi de vacă, mojar de mărime mijlocie, sticlă pisată, pahare Berzelius de 500 ml, pîlnie, hîrtie de filtru, baghetă de sticlă, NaCl 10%, NaCl sol. saturată, acid acetic 5%, NaCl cristale.

Tehnica: se iau 50-60 g mușchi într-un mojar, se taie mărunt cu foarfeca apoi se triturează bine cu 2 lingurițe de sticlă pisată pînă se obține o pastă fină. Peste aceasta se adaugă 400 ml apă de robinet și se agită împreună 30 minute. Apa extrage din mușchi pigmentul respirator și o parte din săruri. Se filtrează amestecul prin tifon, care se stoarce bine. Filtratul se aruncă.

Pasta de pe filtru se pune într-un vas Berzelius mare și se adaugă peste ea 200 ml NaCl 10%. Se agită timp de 30 minute pentru ca miozina să treacă în soluție. Se filtrează amestecul prin tifon; se refiltrează filtratul prin hîrtie de filtru. În soluția obținută se găsește solvită miozina.

Pentru identificarea miozinei se fac următoarele reacții:

-Într-un pahar Berzelius mare se pun 10 ml filtrat, peste care se adaugă 200 ml apă distilată. După 5 minute apare un precipitat alburui floconos de miozină. Dacă adăugăm peste aceasta 15 ml soluție saturată de NaCl, precipitatul se redizolvă.

-Într-o eprubetă se iau 10 ml filtrat, peste care se adaugă cristale de NaCl. Se formează o soluție saturată de NaCl, care precipită miozina. Dacă diluăm soluția, prin adăugare de apă, precipitatul se redizolvă.

-Într-o eprubetă se pun 10 ml filtrat și se adaugă cîteva picături de acid acetic diluat. Se formează un precipitat alburui de miozină.

### D. Evidențierea mioglobinei.

Mioglobina este pigmentul muscular, care în privința funcției ei seamănă cu hemoglobina. Are o greutate moleculară de 17.000 și un conținut de Fe de 0,32%. Acționează ca un rezervor de oxigen în interiorul mușchiului, avînd o capacitate de fixare a oxigenului.



lui mai mare decât hemoglobina și în plus viteza de asociere și disociere este mult mai mare decât a hemoglobinei.

Principiul lucrării: după îndepărtarea hemoglobinei, mioglobina se solvă în apă distilată și se identifică la spectroscop.

Material necesar: mușchi de vacă, sticlă pisată, tifon, hîrtie de filtru, pîlnie, baghetă de sticlă, spectroscop, NaCl 0,9%.

Tehnica: se pun 50 g mușchi într-un mojar și se triturează mărunt cu foarfeca, apoi se toarnă 50 ml soluție NaCl și se amestecă bine cu o baghetă. Prin această operație hemoglobina singelui din mușchi trece în soluție. Se filtrează prin tifon și se aruncă filtratul. Pulpa musculară de pe tifon se stoarce bine apoi se triturează în mojar cu sticlă pisată pînă se obține o pastă. Peste aceasta se toarnă 100 ml apă distilată în care trece mioglobina. Se filtrează prin tifon. Se refiltrează filtratul 1-2 ori prin hîrtie de filtru.

Se pune o cantitate de filtrat în cuva spectroscopului, pe care o așezăm în fața fantei spectroscopului. Prezintă patru benzi de absorbție: în roșu, două benzi în zona galben și verde și una spre albastru; cele cuprinse între liniile D și E sînt mai vizibile.

Recomandări: se va desena spectrul de absorbție al mioglobinei.

### B. Glicogenul muscular.

Glicogenul constituie forma de bază sub care se depozitează glucidele la nivelul țesuturilor. Deși procentul de glicogen din mușchi (0,4-0,6%) este mult mai redus comparativ cu ficatul (2-8%), cantitatea totală de glicogen este mare avînd în vedere masa musculară totală (30-40% din greutatea corpului).

Descriem mai jos metoda Good, Kramer, Somogyi pentru dozarea glicogenului.

Principiul: țesutul este supus desmolizei sub acțiunea KOH 30%; prin adăugarea alcoolului la desmolizat are loc precipitarea glicogenului, care sub acțiunea acizilor este hidrolizat pînă la glucoză.

Reactivi: KOH 30%; KOH 60%; alcool etilic 70%, 80% și 96%; HCl sau  $H_2SO_4$  2N; NaOH 5N și 0,5N; indicator (roș fenol sau turnesol).

Tehnica: într-o eprubetă care conține 1 ml KOH 30% fierbinte,

se introduc 0,2-0,3 g de țesut muscular, peste care se adaugă KOH 60% într-un volum corespunzător țesutului (1g țesut=1 ml). Eprubeta se acoperă cu un dop de sticlă și se pune la fierbere în baie de apă pentru 45-60 minute, după care se răcește. Se prelucurează amestecul cu 1,2 volume de alcool etilic 96%, se amestecă atent și se lasă peste noapte la frigider. Precipitatul se separă prin centrifugare și se curăță prin spălări succesive cu alcool de concentrație crescândă: 70%(10 ml); 80%(5 ml); 96%(5 ml). Prima centrifugare durează 20 minute, iar cele ulterioare-cite 15 minute. Îndepărtarea urmelor de centrifugat se face prin răsturnarea eprubetei peste o hirtie de filtru. Precipitatul se usucă la baie de apă la temperatura de 70-75°C. Precipitatul uscat se supune hidrolizei cu acizi 1 N. Pentru aceasta se dizolvă glicogenul în 2-3 ml apă fierbinte la care se adaugă 2-3 ml HCl 2N. Se amestecă cu atenție, se acoperă eprubetele cu dop de sticlă și se pune la baie la fierbere pentru 2,5 ore. În acest interval de timp glicogenul hidrolizează până la glucoză. Se neutralizează hidrolizatul cu NaOH 5N și apoi 0,5N în prezența indicatorului. În hidrolizatul neutralizat se determină glucoza.

Intrebări de control: Sub ce formă există apa în țesuturi? Ce importanță funcțională prezintă diferiți constituenți chimici ai țesutului muscular?

### 3. PREPARATUL NEUROMUSCULAR SCIATIC-GASTROCNEMIAN.

Pentru demonstrarea proprietăților mușchilor și a nervilor, se pot folosi preparatele neuromusculare, formate dintr-un mușchi și nervul său motor. Obişnuit se utilizează preparatul neuromuscular sciatic-gastrocnemian de broască. Acest preparat poate fi detagat complet din organism (in vitro) sau poate fi lăsat in situ, în care caz se păstrează irigarea lui normală.

Material necesar: soluție fiziologică, trusă de disecție, broască.

Mod de lucru: Preparatul neuromuscular in vitro: Pentru anatomia musculaturii membrelor posterioare de broască, vezi anexa. Se paralizează broasca. Se secționează circular tegumentul la nivelul abdomenului și se trage în jos ca o mănășcă (Fig 1 a); uneori este necesar de a secționa tegumentul la nivelul anusului.



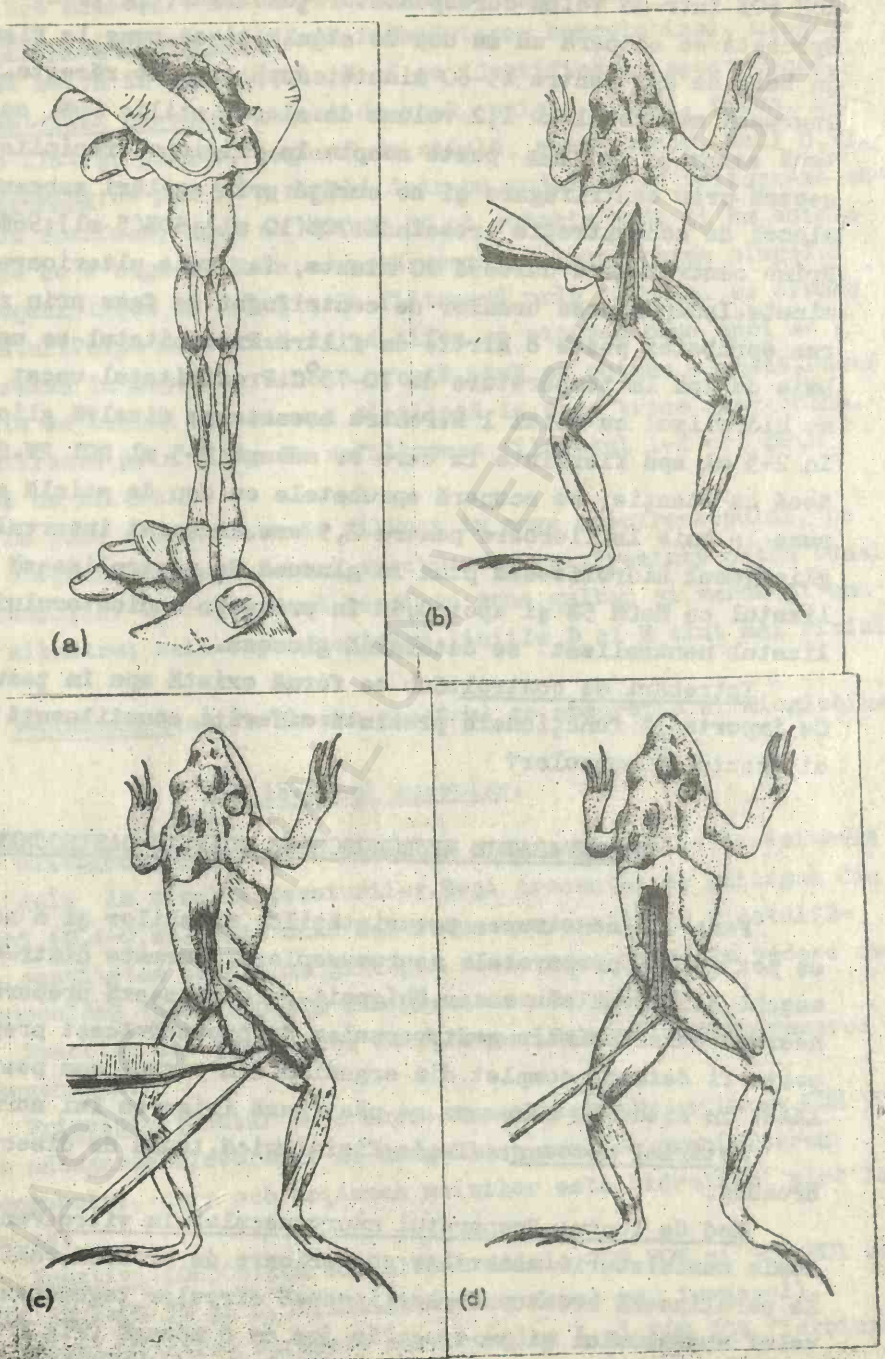
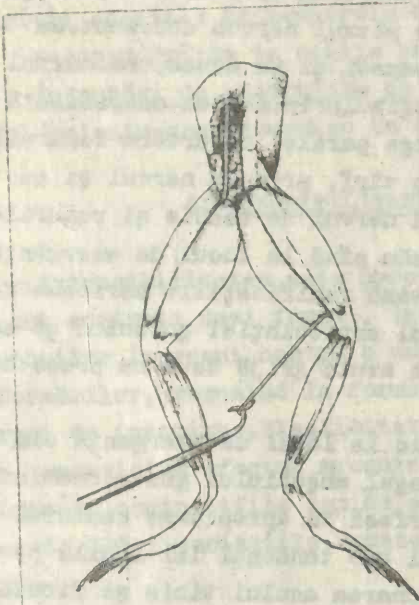
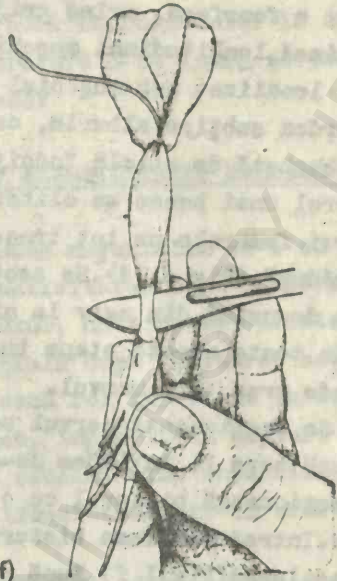


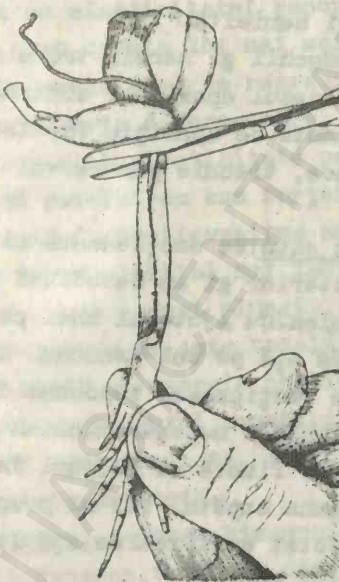
**Fig.1.** Etapele succesive ale pregătirii preparatului neuro-muscular sciatic-gastrocnemian in vitro



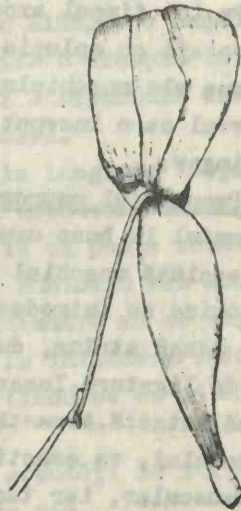
(e)



(f)



(g)



(h)



Cu o pensă prindem vârful urostilului (Fig. b) pe care îl secționăm cu o foarfecă, având grijă de plexul nervos dedesubt. Se disociază longitudinal mușchii coapsei și se descoperă nervul sciatic, localizat sub mușchiul ileofibularis. Nervul se prezintă ca un cordon subțire alburui, ce merge paralel cu artera femurală. Cu o baghetă de sticlă îndoită la vîrf, prindem nervul și cu ajutorul unei pense se eliberează nervul de fascie și ramurile arterei femurale pe tot traseul său pînă la locul de emergență din măduvă (Fig c, d). Se secționează ramificațiile nervoase fine ce se desprind din nerv la nivelul articulației soldului și mai jos. În toate aceste etape trebuie avută grijă de a nu presa sau întinde prea tare nervul.

Se secționează nervul sciatic la locul de emergență din măduvă după care îl întindem de-a lungul mușchiului gastrocnemian (E). Se secționează piciorul cu o foarfecă în apropierea centurei pelviene. Introducem lama bisturiului sub tendonul lui Achile pe care îl secționăm (Fig. 1 f). După secționarea osului tibia și fibula sub articulația genunchiului, obținem preparatul neuromuscular sciatic-gastrocnemian (Fig. 1 h). Pînă la folosire se conservă preparatul în soluție Ringer rece și aerisită.

Pe tot timpul experienței, mușchii și nervii trebuie menținuți umectați cu soluție Ringer. În cazul apariției contracțiilor spontane ale mușchiului, determinate de apariția impulsurilor în nervul ce a început să se usuce, trebuie pus nervul în soluție Ringer.

Preparatul neuromuscular in situ: se secționează circular tegumentul la baza membrului posterior și se denudează piciorul. Se disociază mușchiul gastrocnemian. Cu ajutorul unei pense anatomice se introduce un fir de ață pe sub tendonul lui Achile și se leagă strîns, după care se secționează tendonul distal față de ligatură. Inserția proximală a m. gastrocnemian se păstrează intactă. Această articulație fixată cu bolduri în masa miografului, va constitui totdeauna capătul fix al preparatului neuromuscular, iar tendonul conectat cu firul de ață la penița inscriitoare, va constitui capătul mobil.

Se izolează nervul sciatic la nivelul coapsei și se secționează cît mai aproape de regiunea coccigiană.

Pe tot timpul experienței nervul și mușchiul trebuie menținut umed. Preparatul neuromuscular de la broască își păstrează timp îndelungat viabilitatea fără a fi nevoie de a se asigura condiții speciale de temperatură sau oxigenare.

Recomandări: Se va schița preparatul neuromuscular in situ.

Întrebări de control: De ce se preferă a se lucra pe preparatul sciatic-gastrocnemian de broască?

#### 4. EXTENSIBILITATEA ȘI ELASTICITATEA MUSCULARĂ.

Extensibilitatea este proprietatea mușchiului de a se întinde sub acțiunea unei forțe, iar elasticitatea este proprietatea corpurilor, în cazul nostru a mușchiului, de a opune rezistență deformărilor, revenind la forma inițială după încetarea acțiunii forței de tracțiune. Elasticitatea joacă rol important în contracție, amortizând efectul mecanic brusc, împiedicând rupturi musculare în contracțiile rapide și în același timp economisește energie, căci variațiile bruște se transformă într-un efort continuu.

Mușchiul poate suporta o întindere de 150% sau chiar mai mult din lungimea inițială. Curba de întindere prezintă inițial un modul de elasticitate (raport între tensiune și întindere) mai mic, care crește tot mai mult pe măsură ce forța deformatoare crește. De aceea dacă se reprezintă grafic alungirea mușchiului funcție de forța deformatoare, nu se obține o dreaptă ca în cazul corpurilor cu o elasticitate perfectă, ci o hiperbolă care tinde să meargă paralel cu axa forței deformatoare.

Elasticitatea (revenirea mușchiului la lungimea inițială) se face invers-inițial mai încet și apoi crește. La un mușchi in vitro, care a fost alungit, se constată că peste anumite tensiuni revenirea nu este totală, mușchiul rămânând mai alungit. Aceasta arată că energia cheltuită la extindere nu se câștigă în întregime în momentul revenirii. In vivo la întinderi reduse, revenirea este completă, mușchiul comportându-se ca un corp cu elasticitate perfectă.

Material necesar: kimograf, scripete, greutate de 5 g, planșeta cu plută, broasca, trusă de disecție, fir de ață.

Mod de lucru: se paralizază broasca și se descoperă m. gastrocnemian. Se leagă de tendonul lui Achile un fir lung de ață, după



care se sectionează tendonul distal față de nod. Se trece firul de ață pe după scripete (Fig. 2), care este prevăzut cu penița inscriitoare și se leagă de un taler pe care se vor așeza greutatele. Se imobilizează piciorul cu bolauri înfipte în os și plută, ca să nu poată salta preparatul sub acțiunea greutateilor de pe platan. Se aranjează penița inscriitoare să vină în contact cu

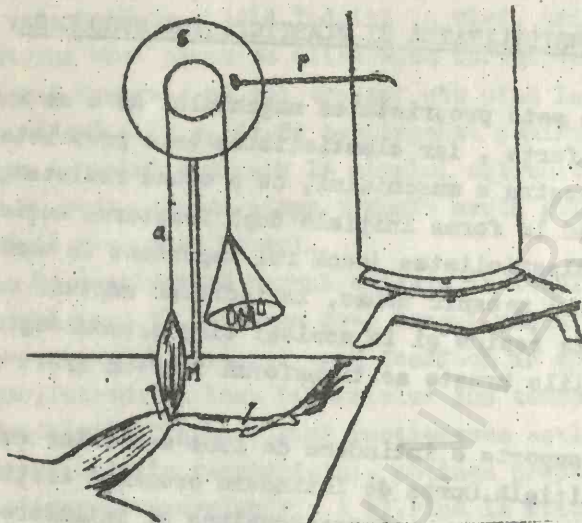


**Fig. 2.** Aranjarea preparatului pentru inscrierea extensibilității și elasticității musculare.



**Fig. 3.** Graficul elasticității mușchiului gastrocnemian in vitro.

greutăți de pe platan, se constată că linia de înregistrare n-a revenit exact la punctul zero (linia de plecare). Ce semnifică acest fapt?

**Recomandări:** se va înregistra și fixa graficul extensibilității și elasticității m. gastrocnemian de broască.

**Întrebări de control:** Ce structuri ale mușchiului participă

cilindrul kimografului sub un unghi de aproximativ  $15^{\circ}$ , după care se rotește cilindrul cu mîna și se înscrie linia de zero. Cu ajutorul unei pensă se așează o greutate pe platan (fără a produce șocuri) și se observă alungirea mușchiului. Se rotește cu mîna cilindrul (1 cm) și se așează o nouă greutate, identică cu prima - se produce o nouă alungire. După ce se pun 3-4 greutăți, urmate de fiecare dată de o rotire a cilin-

drului, se procedează la ridicarea pe rînd a greutateilor (tot cu ajutorul pensă), alternînd fiecare ridicare cu o rotire a cilindrului. Prin ridicarea succesivă, se observă modul de revenire a mușchiului la lungimea inițială. După scoaterea ultimei

În timpul întinderii și revenirii mușchiului? De ce greutatea, care se pun succesiv pe platan, trebuie să fie egale? Ce greutate se vor folosi în cazul unui mușchi mai gros?

### 5. ÎNREGISTRAREA ȘI ANALIZA SECUSEI MUSCULARE.

În condiții obișnuite de activitate a organismului, mușchii scheletici se contractă sub formă tetanică sau tonică. Totuși la baza contractiilor tetanice se află posibilitatea mușchiului de a răspunde prin contractii unice. Contractia unică, elementară sau secusă, este contractia mușchiului, provocată în condiții experimentale prin excitarea mușchiului cu un singur stimul. Secusa este considerată forma elementară a răspunsului muscular. În organism, contractii de tipul secusei, sînt unele reflexe proprioceptive.

Analiza secusei, înregistrată grafic concomitent cu înscrisirea momentului aplicării excitantului și a timpului, indică trei perioade principale ale secusei: latența, contractia și relaxarea.

Perioada latentă este perioada de timp foarte scurtă între momentul aplicării excitantului și începutul contractiei. La mamifere durează aproximativ 1 ms și este alcătuită din două faze:

a) învederea procesului de excitație în profunzimea fibrelor musculare, b) apariția de modificări la nivelul aparatului contractil, care preced contractia propriu-zisă și care se exteriorizează prin relaxarea ugoară a mușchiului și producerea de căldură. La începutul perioadei latente, ia naștere potențialul de acțiune. Perioada latentă în afară de factori fiziologici, este determinată și de inerția sistemelor de înregistrare. La gastrocnemianul de broască perioada latentă durează aproximativ 0,01 secunde (înregistrată cu sisteme fără inerție, perioada latentă la broască este de cel puțin patru ori mai mică).

Perioada latentă variază funcție de starea funcțională a mușchiului. Toți factorii, care favorizează procesele metabolice, cum ar fi temperatura în anumite limite, scurtează durata perioadei latente, în timp ce oboseala sau deshidratarea mușchiului, cresc durata perioadei latente.

Mușchii cu contractii rapide, care sînt formați din fibre palide, au o perioadă latentă mai mică comparativ cu mușchii roșii, care se caracterizează prin contractii lente.

Perioada de scurtare (contractie) a mușchiului pe grafic



durează de la începutul liniei ascendente și până la punctul maxim al deflexiunii. La mamifere durează 10ms în cazul mușchilor rapizi ai ochiului. La broască durează aproximativ 0,05 s (20-30 ms. folosind sistemele de înregistrare fără inerție).

Perioada de revenire (decontractia) de regulă durează mai mult decât perioada de scurtare (aproximativ 0,06 s). În felul acesta durata întregii secuse a gastrocnemianului de broască este de 0,11-0,12 s. Durata secusei este diferită la diferiți mușchi din același organism sau la mușchii diferitelor animale. Ea se modifică și funcție de starea fiziologică a mușchiului cît și de unele condiții experimentale.

Echipament necesar: kinograf cu viteză mare; miograf Marey, suraș de curent; întrerupător; bobină de inducție; semnal electromagnetic M. Deprez; diapazon electric cu frecvență de 100Hz; sîrmă de conexiuni; trusă de disecție; soluție Ringer; broască.

Mod de lucru: Se aranjează aparatele ca în Fig 4, montînd în circuitul primar un semnal electromagnetic, care va înregistra momentul aplicării excitantului. Ca excitant se utilizează un curent electric indus de bobina de inducție.

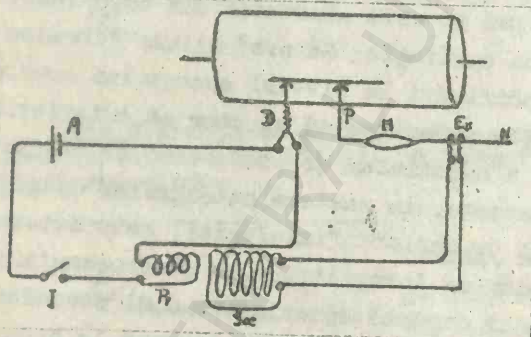


**Fig. 4.** Schema de instalare a aparatelor pentru înregistrarea secusei. M=mușchi; N=nerv; P=penița miografului; D=semnal electromagnetic; bobina primară (Pr) și secundară (Sec) a bobinei de inducție; I=întrerupător electric; A=Acumulator.

Se pregătește preparatul neuromuscular sciatic-gastrocnemian. Cu un fir de ață se face legătura între tendonul Achile al mușchiului și penița înscrisitoare a miografului. Se așează mușchiul pe pluta miografului, perpendicular pe penița înscrisitoare, se întinde penița cu ajutorul preparatului, după care se imobilizează capătul proximal al mușchi

lui gastrocnemian cu ajutorul boldurilor înfipte în pluta miografului. Nervul sciatic se aranjează pe excitator. Pe tot timpul experienței, se umețează preparatul cu soluție fiziologică sau soluție Ringer.

Prin apropierea bobinei secundare de bobina primară a bobinei

de inducție, se alege o intensitate de curent submaximală (amplitudinea contracției să fie suficient de mare).

Se așază penița semnalului electromagnetic și a miografului pe aceeași linie de plecare, care a fost trasată în prealabil pe cilindrul kimografului. Se pornește cilindrul kimografului cu viteză mare (0,5-1 m/s) după care se închide circuitul electric. În felul acesta s-a aplicat un singur excitant, căci bobina secundară induce curent numai în momentul variației cîmpului electromagnetic creat de bobina primară, adică în momentul închiderii sau întreruperii circuitului electric. Momentul aplicării excitantului, este indicat de devierea peniței înscritoare a semnalului electromagnetic, iar miograful înregistrează secusa musculară (Fig.5)

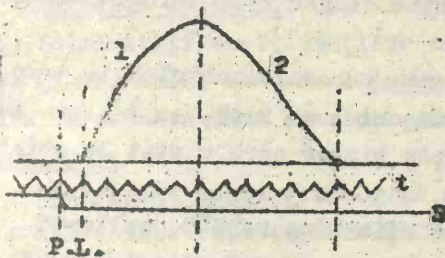


**Fig.5.** Secusa mușchiului gastrocnemian de broască. 1=perioada de contracție; 2=perioada de decontractie; t=timpul la frecvența de 100 Hz; S=semnal electromagnetic.

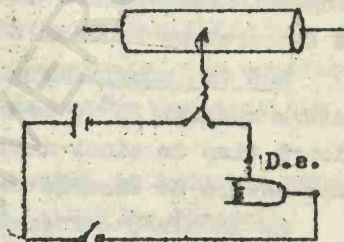


**Fig.6.** Schema pentru înregistrarea timpului. D.s.=diapazon electric.

Sub graficul obținut se înregistrează timpul cu ajutorul diapazonului electric, care se montează în circuitul electric ca în Fig.6. Diapazonul funcționează ca un întrerupător de curent cu o frecvență de 100 Hz. Întreruperile curentului sînt recepționate de către semnalul electromagnetic, care trasează pe kimograf o serie de deflexiuni cu frecvența imprimată de diapazon. La înscirerea timpului viteza kimografului trebuie să fie aceeași ca și la înregistrarea miogramei.

**Recomandări:** Se va delimita durata perioadei latente și a secusei prin linii paralele între ele, trase la începutul deflexiunilor date de către semnal electromagnetic și miograf și după revenirea peniței miografului la nivelul de plecare. Se va calcula durata perioadei latente și a fazelor de contracție și de relaxare. Graficul obținut se va ataga în caietul de referate.

**Întrebări de control:** Care sînt condițiile de obținere a se-



cusei musculare? Ce putem spune despre starea funcțională a două preparate la care s-a obținut o perioadă latentă cu o durată de 10 și respectiv 14 ms? De ce în experiența de mai sus trebuie să plecăm cu cele două penițe înscritoare de la același nivel?

## 6. ACȚIUNEA TEMPERATURII ASUPRA SECUSEI.

Principiu: se compară fazele secusei musculare, obținute la un mușchi care a stat la temperatura camerei ( $20^{\circ}\text{C}$ ) cu un mușchi care în prealabil a fost răcit ( $0^{\circ}\text{C}$ ) sau încălzit ( $27^{\circ}\text{C}$ ).

Echipament necesar: același ca la secusa musculară; soluție Ringer la temperatură de  $0^{\circ}\text{C}$ ; soluție Ringer  $27^{\circ}$ ; soluție Ringer la temperatura camerei.

Mod de lucru: După ce se înscrie secusa mușchiului la temperatura camerei ( $20^{\circ}$ ), se acoperă mușchiul cu vată, peste care se picură timp de cinci minute soluție Ringer care a stat la gheață. După răcire se înscrie secusa.

Se încălzește mușchiul cu soluție Ringer  $27^{\circ}\text{C}$ , aplicată continuu timp de 5 minute peste vată ce acoperă mușchiul. După încălzire se înscrie secusa. Se înregistrează timpul sub fiecare contracție obținută.

Recomandări: se va compara durata perioadei latente, a fazei de contracție și relaxare a celor trei secuse musculare.

Intrebări: Mușchii omului se găsesc totdeauna la aceeași temperatură? Ați avut ocazie să efectuați un lucru cu mâini puternic înghețate? Având în vedere procesele biochimice care preced și susțin contracția, încercați să explicați rezultatele obținute.

## 7. RELATIA DINTRE INTENSITATEA EXCITANTULUI ȘI AMPLITUDINEA CONTRACTIEI MUSCHIULUI.

Mușchiul cardiac reacționează la excitanți cu intensitate crescândă conform legii tot sau nimic. Un mod de comportare identic are și fibra musculară striată (Kato), adică excitantul limită (de prag) este și maximal. În schimb mușchiul scheletic, în alcătuirea cărui intră o multitudine de fibre musculare, cu grade diferite de excitabilitate, se comportă în aceleași condiții expe-

rimentale într-un mod diferit. La o anumită intensitate a excitantului se contractă grupul de fibre musculare, care posedă cea mai mare excitabilitate. Intensitatea minimă a excitantului, care determină contractia de prag (contractia minimă) a mușchiului, se numește intensitate de prag. Mărind treptat intensitatea excitantului, amplitudinea contractiei crește, ca urmare a intrării în activitate a unui număr tot mai mare de fibre musculare. În cele din urmă creșterea în continuare a intensității excitantului, nu determină și o creștere a amplitudinei contractiei musculare. După cum este ușor de dedus, aceasta va avea loc atunci când intensitatea excitantului va fi suficient de mare, pentru a determina intrarea în reacție a tuturor fibrelor musculare. Sub acțiunea acestor excitanți maximi, mușchiul răspunde prin contractii maxime. Intensitățile excitanților situate între intensitatea de prag și maximă, se numesc intensități submaximale, iar contractiile corespunzătoare acestor excitanți, se numesc contractiile submaximale.

Echipament necesar: kimograf, miograf, bobină de inducție, surză de curent, întrerupător, fire de conexiuni, trusă de disecție, soluție fiziologică, broască.

Mod de lucru: Lucrarea se efectuează pe preparatul sciatic-gastrocnemian de broască. Modul de aranjare al aparatelor și al preparatului, este identic cu lucrarea anterioară.

Înainte de a apropia penița miografului de kimograf, se alege orientativ intensitatea de prag a excitantului, prin modificarea distanței dintre bobine. După aceasta se alege penița miografului pe kimograful staționar și se înregistrează contractia de prag. Ea se obține inițial la întreruperea circuitului electric (Fig. 7).

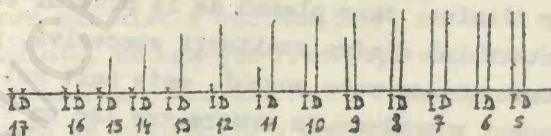


Fig. 7. Gradația efectului mecanic al mușchiului în funcție de intensitatea excitantului. I=contractii închidere; p=contractii deschidere. Cifrele de jos indică distanța dintre bobine în cm (După Pembrey).

Intensitatea de prag a excitantului se notează în cm distanță dintre bobine. Deplasăm manual cilindrul kimografului cu 0,5 cm; mărim intensitatea excitantului, prin apropierea bobinei secundare.



dare și închidem circuitul electric. La întreruperea circuitului vom obține o contracție submaximală. Sub contracția respectivă, se notează intensitatea excitantului submaximal în cm. Se mărește treptat intensitatea excitantului (apropiind de fiecare dată bobinele cu aproximativ 1 cm) pentru a obține un răspuns gradat al mușchiului până la câteva contracții maxime. După fiecare înregistrare, deplasăm manual kimografu cu 0,5 cm. Fiecare excitant următor, va fi aplicat după un interval de aproximativ un minut, pentru a da posibilitate mușchiului să se refacă și a evita posibilitatea sumării temporare a excitanților.

La o anumită distanță dintre bobine, încep să apară contracții ale mușchiului și la închiderea circuitului. Aceasta demonstrează că intensitatea excitantului la întreruperea circuitului, este mai mare comparativ cu intensitatea care se obține la închidere. Contracțiile obținute la închiderea circuitului se numesc contracții prag, submaximale și respectiv maxime de închidere, iar cele obținute la întreruperea circuitului - contracții prag, et deschidere.

Recomandări: Pe graficele obținute se vor specifica felurile contracțiilor.

Întrebări de control: Ce relație există între excitabilitatea țesuturilor și valoarea intensității de prag? Cum explicăți răspunsul gradat al mușchiului striat funcție de intensitatea excitantului?

### 8. CONTRACȚIILE TETANICE.

Contracția mușchilor în organism, are loc sub influența impulsurilor ritmice, care pleacă de la nivelul sistemului nervos central. Intervalul dintre excitanți succesivi, plecați de la nivelul motoneuronilor spre mușchi, este mult mai mic comparativ cu durata secusei musculare. Ca urmare are loc un fenomen de sumare a contracțiilor la nivelul mușchiului, care se exteriorizează printr-o contracție puternică și de lungă durată, denumită contracție tetanică. În condiții experimentale putem obține pe mușchi izolat, orice formă de contracție și putem analiza condițiile de instalare a tetanosului. Dacă excităm mușchiul cu impulsuri ritmice (fiecare impula fiind apt de a provoca o secusă musculară),

atunci caracterul răspunsului muscular va depinde de frecvența excitanților. Dacă intervalul dintre doi excitanți succesivi, va fi mai mare decât durata secusei (frecvența excitanților de 5-6Hz), mușchiul va răspunde prin contracții unice. Dacă intervalul dintre excitanți succesivi este mai mic decât durata secusei, dar mai mare decât durata perioadei latente și a fazei de contracție (frecvența excitanților aproximativ 10-12 Hz), cu alte cuvinte când fiecare excitant următor cade în perioada de decontractie a mușchiului, atunci obținem contracții incomplet fuzionate alcătuind un tetanos incomplet sau zimțat (Fig. 8, 2). Dacă intervalul dintre excitanți devine mai mic decât durata perioadei latente și a perioadei de scurtare, dar mai mare decât durata durată fazei refractare absolute (frecvența excitanților 25-40 Hz), atunci obținem contracții prelungite, complet fuzionate, alcătuind ceea ce se numește tetanos complet sau neted (Fig. 8, 3).

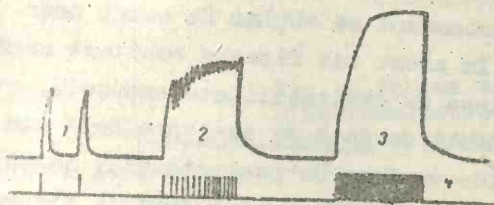


Fig. 8. Modul de răspuns al mușchiului funcție de frecvența excitanților (4). 1-secuse; 2-tetanos incomplet; 3-tetanos complet.

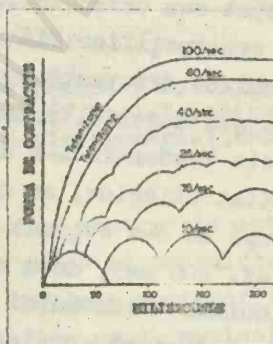


Fig. 9. Explicarea caracteristicilor contracțiilor musculare funcție de frecvența excitanților.

Frecvența cea mai mică a excitanților, la care apare contracția tetanică completă, se numește frecvența critică. Coborîrea temperaturii, oboseala mușchiului, reduc frecvența critică, prin prelungirea duratei de contracție a mușchiului.

Posibilitatea apariției contracțiilor tetanice la musculatură striată, este determinată de durata redusă a fazei refractare absolute și relative.

Contracțiile tetanice se deosebesc de secuse musculare prin aceea că la aceeași stare funcțională a mușchiului și la aceeași



intensitate a excitantului, amplitudinea contracției este mai mare. Fenomenul se datorește însumării efectelor mecanice. Modul cum are loc sumarea contracțiilor, prin excitări cu frecvență diferită, prin care se obține în paralel și o creștere a forței de contracție, este indicat în Fig. 9. Durata secusei musculare, indicată în colțul din stînga, este de aproximativ 60 ms.

Contracțiile tetanice se caracterizează printr-o sumare numai a efectelor mecanice nu și a celor bioelectrice. Dacă se înregistrează concomitent efectul mecanic, frecvența excitanților și fenomenele bioelectrice, se constată că fiecărui excitant aplicat îi corespunde un potențial de acțiune separat, atîta timp cît frecvența excitanților nu depășește labilitatea funcțională a preparatului (determinată de durata fazei refractare absolute).

Curba tetanică obținută poate prezenta un platou ascendent, descendent sau orizontal. Platoul orizontal ne indică o uniformitate a contracțiilor. Platoul ascendent se obține în cazul unor excitanți cu frecvență optimă. În acest caz fiecare excitant următor găsește mușchiul într-o stare de excitabilitate crescută, stare căreia Vvedenski i-a dat numele de fază de exaltare. După cum s-a arătat ulterior, ea coincide cu faza de postpotențial negativ.

După ce s-a obținut un platou ascendent, cu o anumită frecvență (de ex. 100 Hz), dacă mărim și mai mult frecvența excitanților, amplitudinea tetanosului scade progresiv - platou descendent - putînd să dispară complet. Aceste frecvențe se numesc frecvențe pessimale (Vvedenski). În cazul pessimului de excitație, fiecare excitant următor găsește mușchiul într-o stare de excitabilitate scăzută - perioada refractară relativă sau absolută. Un platou descendent se obține și prin obosirea mușchiului.

Echipament necesar: Kimograf, semnal electromagnetic, miograf, bobină de inducție, excitator, întrerupător, sursă de curent, fire de conexiuni, trusă de disecție, soluție fiziologică, broască.

Mod de lucru: Aranjarea aparatelor se face în același mod ca pentru înregistrarea unei secuse musculare (vz. lucrarea 5). Semnalul electromagnetic va marca frecvența excitanților.

Se lucrează pe preparatul sciatic-gastrocnemian de broască, excitarea mușchiului făcîndu-se în mod indirect - prin intermediul nervului sciatic. Se alege o intensitate a excitantului, care să dea contracții maxime numai la întreruperea circuitului; inten-

sitatea de închidere să fie sub prag. Viteza kinog. rului -red. a (4mm/s). Se înscriu inițial 2-3 contracții unice și apoi contracțiile tetanice. Pentru contracții unice și tetanice incomplete, excitanții se aplică manual cu o frecvență de 5-6 Hz și respectiv 10-12 Hz. Pentru obținerea tetanosului complet, se pune în funcțiune întrerupătorul electromagnetic Wagner din circuitul primar al bobinei de inducție, deblocând lama vibratilă (F Fig.10). Pentru contracțiile tetanice se va aplica excitanțul timp de aproximativ 5 secunde. După obținerea contracției tetanice complete cu o anumită formă de platou, modificați frecvența excitației, apropiind gura (b, Fig.10) de lama vibratilă. Explicați forma de platou obținută.

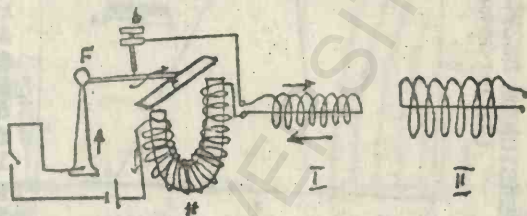


Fig.10. Schema de funcționare a întrerupătorului electromagnetic Wagner (F,b,e). I-bobina primară; II-bobina secundară; H-electromagnet; e-lama vibratilă.

Recomandări: De numerotat formele de contracție obținute. De comparat amplitudinile contracțiilor unice și tetanice.

Intrebări de control: De ce amplitudinea contracțiilor tetanice depășește amplitudinea contracțiilor unice maximele? Dacă în faza de platou a contracțiilor tetanice, mărim și mai mult frecvența excitanților, se observă o mărire a amplitudinii contracției?

## 9. RELATIA INTRE FORȚA DE CONTRACȚIE A MUSCHIULUI SI LUNGIMEA LUI INITIALA.

Forța de contracție a unui mușchi depinde de gradul de întindere pasivă a mușchiului înainte de contracție. Dacă reprezentăm pe abscisă, lungimea inițială (în cm) a mușchiului, iar pe ordonată-tensiunea dezvoltată în mușchi, se obține un grafic din care rezultă că forța realizată de mușchi, crește odată cu întinderea mușchiului până la o valoare maximă, după care scade.

Această comportare indică existența în mușchi a unor elemen-



te elastice aranjate în serie, a căror întindere- pînă la o va-  
loare optimă-mărește tensiunea dezvoltată de elementele contrac-  
tile. Dacă întinderea optimă este depășită, filamentele elastice  
de actină de la nivelul discului I a sarcomerului, sînt extrase  
în așa măsură din discurile A, care conțin filamente de miosină,  
încît între actină și miosină nu se mai realizează interacțiuni,  
iar forța de contracție devine nulă (Fig.11).

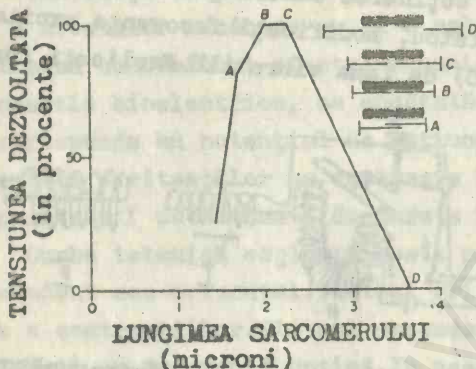


**Fig.11.** Relația între ten-  
siunea și lungimea sarco-  
merului, indicînd forța ma-  
ximă a contracției cînd  
lungimea sarcomerului este  
de 2-2,2 microni. În colțul  
din partea dreaptă este in-  
dicată poziția filamentelor  
de actină și miosină la di-  
ferite lungimi a sarcomeru-  
lui din punctul A pînă la  
punctul B (După Gordon, Huxl-  
ey și Julian 1964).

Interrelația dintre lungimea inițială a mușchiului și forța  
de contracție se poate studia prin două procedee: 1-se întinde  
treptat mușchiul și se măsoară după fiecare întindere amplitudi-  
nea contracției maxime; 2-se păstrează lungimea constantă a  
mușchiului, dar se modifică treptat greutatea pîrghiei, pe care  
o ridică mușchiul, pînă cînd mușchiul în contracție nu reușește  
să ridice greutatea respectivă (efectul post-încărcării). În acest  
moment întindem mușchiul cu ajutorul greutăților atîrnate ante-  
rior, după care îl excităm, cînd se va observa scurtarea mușchiu-  
lui.

**Material necesar:** miograf pentru contracții izotonice; bobina  
de inducție; sursă de curent; excitator; întrerupător; kimograf;  
trusă de disecție; soluție fiziologică; broască.

**Mod de lucru:** A. Influența lungimii inițiale a mușchiului  
asupra mării contractiei. Se lucrează pe preparatul izolat  
sciatic-gastrocnemian. Se prinde mușchiul în miograf, ca în Fig.1  
Se degurubează gurub L pentru a permite întinderea mușchiului  
sub influența greutăților, care se adaugă succesiv. Se excită înd-  
irect mușchiul cu un curent maximal. Pe kimograful staționar se  
înregistrează contracția maximală a unui mușchi în repaos, după  
care deplasăm manual kimograful cu 2-3 mm pentru o nouă înregis-

trare. Se alungește treptat mușchiul cu aproximativ 1 mm prin atârănare de greutate, după care înregistrăm câte o contracție maximală pentru fiecare lungime inițială imprimată mușchiului. Continuăm înregistrarea pînă cînd amplitudinea contracțiilor, inițial în creștere, începe să scadă.

B. Efectul postîncălcării mușchiului asupra mărimii contracției. Se aranjează preparatul neuromuscular ca în Fig. 12, gurubul L fiind ridicat, ceea ce face ca mușchiul să nu se poată întinde după adăugarea greutăților

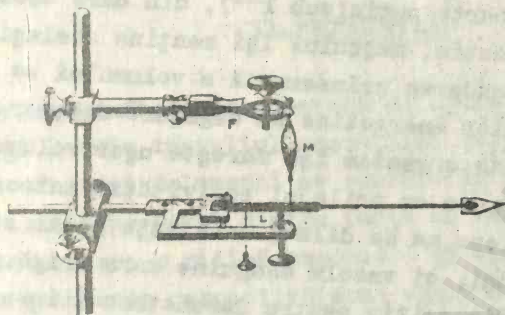


Fig. 12. Miograf aranjat pentru observarea efectului postîncălcării mușchiului asupra contracției.

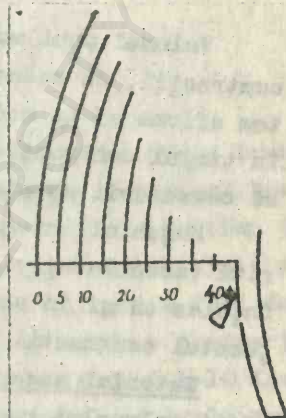


Fig. 13. Influența încălzurii și a lungimii inițiale a mușchiului asupra amplitudinii contracției.

Pekimograful staționar înregistrăm o contracție maximală. Rotim manual kimograful cu 0,5cm, atârnam de pîrghie o greutate de 5 g și înscrinem contracția. Continuăm să mărim treptat greutatea pîrghiei cu 5 g pînă la 40 g, înscrind după fiecare greutate amplitudinea contracției. La această greutate mușchiul aproape că nu se mai contractă. Greutățile se aplică în același loc pe pîrghie. Observați viteza cu care mușchiul ridică pîrghia la fiecare greutate. Aceasta reprezintă relația între forța și viteza de contracție.

Torsionăm din nou kimograful cu 0,5cm și desfacem gurubul L pentru a întinde mușchiul. Torsionăm kimograful cu 0,5cm și excităm mușchiul-mușchiul se va contracta și va ridica greutatea.

Recomandări: sub fiecare contracție se va indica mărimea greutății (vz. Fig. 13). Calculați lucrul mecanic efectuat de mușchi la fiecare contracție, cunoscînd că lucrul mecanic rezultă din



produsul dintre forța contractiei și amplitudinea contractiilor.

Intrebări de control: Cum explicați creșterea forței de contracție a mușchiului paralel cu întinderea lui inițială? Cum împăcați modul de comportare a mușchiului, observat mai sus, cu legea tot sau nimic?

### 10. Volumul mușchiului contractat.

Volumul unui mușchi izolat, în timpul diferitelor forme de contracții, se reduce foarte puțin (sub 1%), din care cauză putem afirma că în mod practic, mușchiul își menține același volum în timpul contracției. Scăderea neînsemnată a volumului se datorează consumării substanțelor energetice cu degajare de energie.

Mușchiul integrat în organism își mărește ușor volumul, datorită vasodilatației apărute cu prilejul activității intense. Bineînțeles că și în acest caz nu se dilată substanța contractilă sau țesutul contractil însuși, ci vasele sanguine care irigă mușchiul.

Material necesar: dispozitiv pentru demonstrarea invariabilității volumului muscular; bobină de inducție, întrerupător, fire de conexiune; acumulator; trusă de disecție; broască.

Dispozitivul amintit este format dintr-un vas de sticlă, care se umple cu ser fiziologic. Dopul vasului are spre interior un cîrlig, de care se fixează articulația tibio-femurală a preparatului neuromuscular. Dopul este străbătut de un tub de sticlă care va indica eventualele fluctuații ale volumului de lichid și de doi electrozi, care servesc ca excitator (Fig. 14).

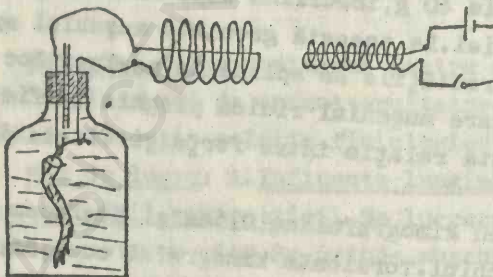


Fig. 14. Aranjarea preparatului neuromuscular pentru demonstrarea volumului muscular în timpul contracției.

Mod de lucru: Se pregătește preparatul sciatic-gastrocnemian. Se fixează preparatul cu ajutorul cîrligului de dop, se trece nervul peste excitator. Se umple vasul cu soluție fiziologică. Se

aplică dopul cu grijă; mușchiul este astfel cufundat în ser. Prin aplicarea dopului serul urcă în capilar. Se notează nivelul lichidului din capilar, când mușchiul se află în repaos. Se excită mușchiul (vz. schema Fig.14) cu impulsuri unice sau curent tetanizant. Prin transparența vasului se observă scurtarea și îngroșarea mușchiului fără modificarea evidentă a volumului căci coloana de lichid din capilar nu prezintă fluctuații.

Intrebări de control: Ce parametrii externi se modifică în timpul contracției unui mușchi in vitro?

## 11. ERGOGRAFIA.

Ergografia este o metodă cu ajutorul căreia se poate înregistra și studia travaliul mușchiului în contracție voluntară. Trava liul efectuat de mușchi se exprimă în Kgm pe unitate de timp și reprezintă produsul dintre forța de contracție a mușchiului ( greutatea pe care o ridică mușchiul) și distanța la care a fost deplata sa greutatea respectivă (suma amplitudinilor tuturor contracțiilor). Un bărbat execută în medie un lucru mecanic de 6,5-10 Kgm/sec. iar lucrul mecanic global efectuat de om în cele mai grele munci fizice, nu depășește 100.000-200.000 Kgm/24 ore.

Capacitatea de muncă a mușchiului nu este o constantă ci depinde de mulți factori, cum ar fi forța și ritmul de contracție a mușchiului. Funcție de gradul de dezvoltare al mușchiului, există o încărcătură și un ritm optim de activitate. Ritmul de activitate depinde de experiența individuală și poate fi mărit prin antrenament.

Echipament necesar: ergograf; kimograf; metronom; greutate de 1,2,5 Kg; riglă gradată în cm.

Unul din cele mai răspândite tipuri de ergografe este ergograful Mosso (Fig.15), adaptat pentru înregistrarea mișcărilor mușchilor flexori ai degetului median de la mână. El constă dintr-un dispozitiv ce permite imobilizarea antebrațului și a degetelor (doi și patru) în vederea excluderii din activitate a mușchilor respectivi, cu excepția mușchiului flexor al degetului median. Sistemul de înregistrare este reprezentat printr-un cursor ce glisează pe două bare transversale în limita cadrului. De cursor este prinsă penița înscritoare. Prin cursor trece o sfoară, care



la un capăt are un inel de piele, ce se aplică pe degetul median la locul de ariculară între falanga 2 și 3, iar la capătul opus al sfoarei, care trece pe după un scripete, se leagă o greutate. Flexarea degetului median, ridică greutatea la o înălțime, care este indicată pe kimograf de către penița inscriitoare. Revenirea peniței se face pasiv prin greutatea atârnată.

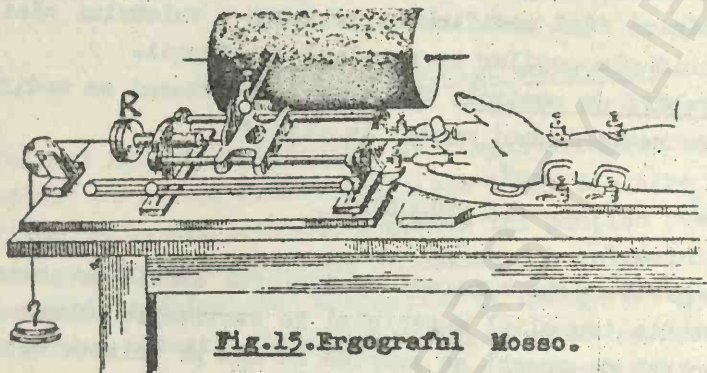


**Fig.15. Ergograful Mosso.**

**Mod de lucru:** se reglează cursorul cu ajutorul șurubului R și a dispozitivelor de imobilizare a degetelor și a antebrățului în așa fel încât în repaus degetul să fie întins cu sfoara, fără să fie tras. Kimografurile se așează în poziție orizontală și la o viteză redusă de mișcare.

Se atârână o greutate de 2-3 Kg. Ridicarea greutății se face în ritmul imprimat de bătăile metronomului. Trăvialul se execută pînă la obosirea completă a mușchiului. Graficul obținut poartă denumirea de ergogramă. Trăvialul (A) executat, exprimat în Kg, se calculează după formula:  $A = P \cdot H$  în care P = greutatea în Kg atârnată; H = suma tuturor contracțiilor, calculată cu ajutorul riglei gradate.

A: influența încărcăturii asupra trăvialului: în acest scop se păstrează frecvența constantă a contracțiilor (60 contracții pe minut) și se înregistrează ergograma pentru greutatea de 3 Kg și 5kg. După fiecare ergogramă obținută se lasă o pauză de 10 minute pentru refacerea mușchiului.

B: influența ritmului de contracție asupra trăvialului: păstrăm greutatea constantă (3 kg) și înregistrăm prima ergogramă la un ritm de 60 contracții pe minut, iar a doua-la 120 contracții pe minut.

Recomandări: Graficele obținute se atachează în caietul de

referate. Se va calcula travaliul efectuat și se vor compara rezultatele. Datele obținute se trec în tabelul de mai jos.

| Ritm<br>travaliu-<br>lui. | Mărimea<br>greu-<br>tății(Kg) | Suma înălțimi-<br>lor contrac-<br>țiilor(m). | Travaliul<br>executat<br>(Kgm) | Durate<br>travaliului. |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|

Intrebări de control: Care din asocierile de ritm și greutate, indicate mai jos, determină la majoritatea oamenilor un travaliu maxim: 1)-ritm 120/minut, greutatea 1kg; 2)-ritm 90, greutatea 9kg; 3)-ritm 60, greutatea 3kg; 4)-ritm 40 pe minut, greutatea 4kg?

## 12. OBOSEALA MUSCULARA .

Contracțiile repetate ale mușchilor produse prin excitarea ritmică intervale scurte de timp, determină fenomenul de oboseală.

În timpul oboselei are loc un tablou foarte complex de modificări în sistemul excitabil al mușchiului și în desfășurarea proceselor energetice, ce determină contracția miofibrilor.

Odată cu instalarea oboselei scade excitabilitatea musculară și viteza de răspândire a procesului de excitație. În forma elementară de contracție a mușchiului, se observă că paralel cu accentuarea fenomenului de oboseală, perioada latentă se alungește, amplitudinea contracției scade, iar durata contracției crește. Creșterea duratei de contracție se face atât prin alungirea fazei de contracție a mușchiului dar mai ales a fazei de relaxare; gradul de relaxare scade treptat putând să apară contractura.

În formele tetanice de contracție, oboseala se manifestă sub forma scăderii treptate a amplitudinii contracției, până la dispariția ei; tetanosul complet, în deosebi în cazul excitanților repetitivi slabi, devine zădărnici.

Dacă se urmărește activitatea unui mușchi integrat în organism se constată că ordinea instalării oboselei este următoare: neuron motor, apoi placa motrică și, în fine, mușchiul. Nervul este practic infatigabil.

Refacerea potențialului de muncă a unui mușchi obosit are loc în perioada de odihnă. Un mijloc mult mai eficient de luptă împotri-



va oboselii, constă în înlocuirea odihnei pasive prin odihnă activă, care constă într-o activitate moderată a altor grupe musculare. Acest fenomen se numește fenomenul lui Secenov și se explică prin inervația reciprocă a mușchilor antagoniști (intrarea în activitate a unui grup de mușchi, determină inhibarea reciprocă a altor grupe musculare, care prezintă o inervație reciprocă. În perioada de inhibiție se intensifică procesele de refacere a celulelor nervoase, care pregătesc celula pentru o nouă activitate).

Viteza cu care se instalează oboseala, depinde de intensitatea activității musculare și de irigarea cu sânge a mușchiului.

### 1. Modificările secusei, sub acțiunea oboselei.

Material necesar: kimograf; miograf; semnal electromagnetic; bobină de inducție; acumulator; roată dințată întrerupătoare; diapazon electric cu frecvență de 100 HZ; excitator; metronom; trusă de disecție; broască, întrerupător simplu cu mercur.

#### A. Supranumerarea contracțiilor.

Mod de lucru: se instalează aparatele ca în schema de mai jos.

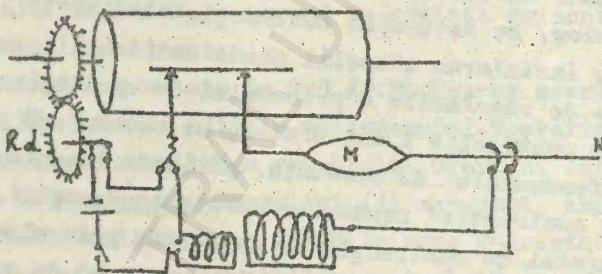


**Fig.16.** Schema de aranjare a aparatelor pentru înregistrarea oboselii musculare prin înbricarea contracțiilor. R.d.=roata dințată.

Roata dințată întrerupător se cuplează la roata dințată de pe kimograf, care are același număr de dinți. Scopul ei este de a închide succesiv circuitul electric, când penițele înscritoare ajung în același loc pe cilindrul kimografului.

Se prinde preparatul neuromuscular de penița miografului, se aranjează penița semnalului și a miografului pe aceeași generator și se pornește kimografului cu viteză mare. Se închide circuitul electric și se înscrisec secunsa musculară. Se depărtează penițele

inscriitoare de pe kinograf și se continuă excitarea mușchiului cu o frecvență de 2Hz (ritmul se stabilește prin bătăile metronomului sau se leagă de acul metronomului, întrerupătorul cu mercur Fig.17)

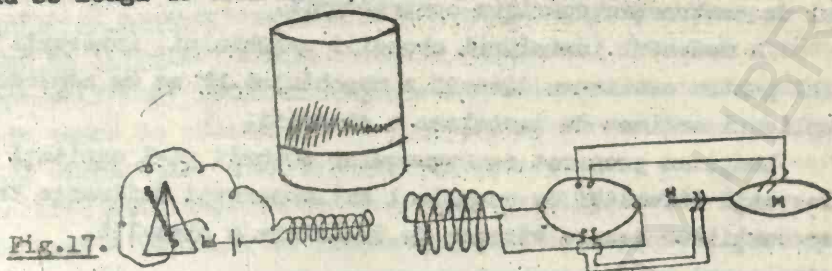


Fig.17.

După 50 de contracții musculare, se apropie penițele de kinograf se aranjează pe același traseu și se înscrie secusa peste prima înregistrare (roata dințată a rămas în aceeași poziție). Depărtăm din nou penițele de pe kinograf, excităm preparatul de 50 ori ca mai sus și înscriem pe kinograf contracția 101.

Se înscrie timpul cu ajutorul diapazonului.

Recomandări: pentru fiecare contracție se va calcula perioada latentă, durata fazei de contracție și de relaxare. De observat apariția contracturii.

B. Înscirarea continuă a contracțiilor. Localizarea oboselii.

Influența frecvenței contracțiilor asupra vitezei de instalare a oboselii.

Material necesar: același ca la punctul A și în plus cheia Pohl. Cheia Pohl permite comutarea succesivă a curentului la cele 2 perechi de borne laterale. O pereche se leagă de excitatorul aplicat pe nervul sciatic, iar cea de a doua pereche la excitatorul de pe mușchi.

Se aranjează aparatele ca în Fig.17. Preparatul sciatic-gastrocnemian se leagă de penița miografului. Viteza kinografului mică (aproximativ 2mm/sec). Se alege o intensitate a excitantului, care să dea o contracție maximală la întreruperea circuitului, iar intensitatea de închidere să fie sub prag. După aranjarea peniței miografului pe kinograf, se răsucesce manual cilindrul kinografului, pentru a trasa linia de bază. Excităm preparatul ritmic cu o frecvență de 2 Hz.

Recomandări: Inițial se excită mușchiul prin intermediul nervului. Odată cu dezvoltarea oboselii, observați scăderea treptată a



amplitudinii contracției până la dispariție; mărirea duratei contracției; apariția neconcordanței între ritmul de excitare și ritmul de contracție; apariția contracturii.

În momentul instalării oboselii mușchiului, inversați cheia Pohl pentru excitarea directă a mușchiului. El se va contracta. Explicați ordinea de instalare a oboselii.

Luăți un preparat neuromuscular odihnit și-l excitați cu o frecvență diferită (de exemplu 1 Hz). Observați influența frecvenței contracțiilor asupra vitezei de instalare a oboselii.

### 2. Obosirea mușchiului prin contracții tetanice.

Se instalează aparatele pentru înregistrarea contracțiilor tetanice complete. Se leagă preparatul sciatic-gastrocnemian de penița miografului și se alege intensitatea curentului, care provoacă contracțiile tetanice maxime. Se înregistrează linia de zero, ce caracterizează lungimea mușchiului neobosit. Se pornește kinograful și se înregistrează o contracție tetanică prelungită până la obosirea completă a preparatului. De observat scăderea treptată a amplitudinii și apariția singurilor. Se întrerupe excitarea preparatului și se va observa lungimea mușchiului, care devine mai scurt ca urmare a instalării contracturii.

### 3. Localizarea oboselii în contracții voluntare.

Echipament necesar: ergograf; generator de impulsuri (cronaximetru); metronom; kinograf.

Mod de lucru: se aranjează electrodul indiferent (va determina reea cronaxiei) pe braț, iar cu electrodul explorator (catodul) se identifică punctul motor al mușchilor flexori ai degetului median, pe care-l marchează cu cerneală. Mărim intensitatea impulsurilor până când obținem contracții maxime. Fixăm antebrațul în dispozitivul ergografului și înregistrăm o ergogramă voluntară cu o frecvență de 100 contracții pe minut; greutatea atârnată de ergograf - 5 kg. În momentul dispariției contracțiilor voluntare, ca urmare a instalării oboselii, se aplică electrodul explorator în punctul motor aflat anterior și se excită indirect mușchiul flexor al degetului median. Se va observa apariția contracțiilor destul de puternice ceea ce demonstrează că obosela n-a fost instalată în porțiunea periferică a aparatului motor (nerv, placa motorie sau mușchi

ci la nivel central (celulele sistemului nervos central).

#### 4. Fenomenul Secenov.

Material necesar: ergograf; metronom; greutate de 1;2 kg.

Mod de lucru: se înregistrează o ergogramă, ridicând o greutate optimă (2-3kg) la un ritm optim. De observat momentul apariției primelor semne de oboseală, întreaga desfășurare a oboselei și momentul dispariției contracțiilor voluntare. Se va calcula lucrul mecanic efectuat în perioada respectivă de timp.

Se lasă o perioadă de repaus suficientă (10 minute) după care repetăm înscrisura aceleiași ergograme. Concomitent cu înscrisura ergogramei, subiectul efectuează o activitate ritmică cu mîna cealaltă. Se va observa că momentul apariției primelor semne de oboseală ca și instalarea oboselei complete, vor fi mult prelungite. De ce?

Aceleași fenomen se va demonstra și în altă variantă experimentală. Subiectul efectuează o ergogramă pînă la obosirea completă a degetului de la mîna dreaptă. În timpul repausului mîinii drepte, se efectuează cu mîna stîngă o activitate de aceeași durată. Se înregistrează din nou ergograma mîinii drepte după repausul activ. Se vor compara curbele obținute, care ne vor convinge că lucrul mecanic al mîinii drepte, efectuat după un travaliu al mîinii stîngi, este mult mai mare comparativ cu odihna pasivă de aceeași durată.

#### 5. Efectul circulației asupra oboselei.

Material necesar: ca la experimentul 1B; miograf dublu.

Mod de lucru: se descoperă nervii sciatici și mușchii gastrocnemieni de la ambele membre posterioare. Legăm fiecare mușchi prin tendonul lui Achile la una din penițele miografului. La un membru se secționează vasele sanguine ale piciorului (ele merg paralel cu nervul sciatic). Înscrîm concomitent contracțiile musculare succesive, ca în experimentul 1B. De observat viteza mai mare de instalare a oboselei la mușchiul neîrîgat; se va determina și timpul necesar pentru refacerea fiecărui mușchi.

Efectul circulației sanguine asupra instalării oboselei, poate fi studiat și cu ajutorul ergografului, comparînd o ergogramă normală cu o ergogramă obținută după comprimarea arterei brahiale cu ajutorul unei manșete a sfigmomanometrului.



Recomandări: Pe graficele obținute se va specifica felul experienței.

Intrebări: Care sînt cauzele apariției oboselei? Prin ce se exteriorizează oboseala și care sînt mijloacele de luptă contra oboselei? Care este ordinea de instalare a oboselei în condițiile organismului întreg?

### 13. CONTRACTIA MUȘCHILOR NETEZI.

În organismul animalelor superioare și a omului, musculatura netedă alcătuiește stratul median al pereților unor organe cavitare interne, intră în alcătuirea pereților vaselor, canalelor excretoare ale glandelor exocrine etc. Luînd parte la activitățile lente și de lungă durată ale organelor interne, mușchii netezi prezintă proprietăți diferite comparativ cu mușchii striati sau cardiaci. Una din particularitățile funcționale de bază ale mușchilor netezi, constă în capacitatea lor de a intra în contracții tonice de lungă durată fără un consum intens de ATP (de ex. mușchii sfincțerelor), care pot avea de asemenea un caracter ritmic (ex. mușchii tubului digestiv). Contracțiile tonice și ritmice pot fi simultane sau separate, aceste două procese nefiind condiționate reciproc. Ritmicitatea este cauzată, cel puțin în parte, de prezența unor fibre netede în masa musculară, care sînt autoexcitabile: membranele lor sînt foarte permeabile pentru  $\text{Na}^+$ , ceea ce permite generarea spontană a potențialelor de acțiune.

Excitabilitatea musculaturii netede este inferioară celei striate sau cardiace. Fragurile de excitație sînt mai mari, perioada latentă este mai mare (0,25-3 sec) iar perioada contracțiilor unitare poate dura de la cîteva secunde pînă la 1-2 minute (Fig. 18).

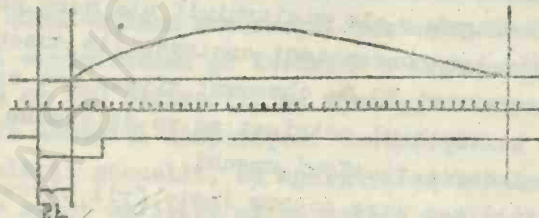


Fig. 18. Miograma mușchiului neted. Timpul = 1 sec.

Această ultimă diferență în comportarea mușchilor netezi, rezultă din încetinirea atât a procesului de activare cât și de inactivare a procesului de contracție, ceea ce este

te determinat de particularitățile structurale ale mușchilor netezi (nu prezintă sistemul tubular T și un reticul sarcoplasmatic

intern bine dezvoltat necesar eliberării și resorbției ionilor de  $\text{Ca}$ . Ionul de  $\text{Ca}$  necesar pentru activarea contracției trece din mediul extern, probabil, prin însăși membrana celulei sau este eliberat în interiorul celulei din structuri care sînt sensibile direct potențialului de acțiune).

Activitatea contractilă lentă a m. netede este imbinată cu o forță puternică și capacitate de a se opune forțelor de tracțiune prin contracții active sau mărirea tonusului. O particularitate caracteristică lor este și aceea de a reacționa nu numai la influențe nervoase, ci și la cele umorale; pentru unele substanțe chimice cu activitate biologică, posedă o mare sensibilitate, motiv pentru care se pot folosi la dozarea lor (metode biologice de dozare a unor mediatori sau hormoni etc.).

Avînd o perioadă refractară lungă, pentru a obține contracții tetanice, este suficient un număr redus de excitanți, aplicați la distanțe mari.

Descriem mai jos două procedee, folosite pentru studiul particularităților funcționale ale mușchilor netezi.

1- Echipament necesar: kinograf; miograf; senzal electromagnetic; întrerupător; acumulator; truseă de disecție; cronograf; soluție fiziologică; atemac de broască.

Mod de lucru: Se aranjează aparatele ca în Fig. 19. Avînd în vedere excitabilitatea redusă a mușchilor netezi, se va folosi o intensitate mai mare a curentului electric, care să acționeze asupra țesutului un timp relativ mai mare, motiv pentru care se preferă a se lua curent direct de la acumulator și nu de la o bobină de inducție (cît timp durează curentul indus în bobina secundară?). Un excitant prea puternic poate leza țesutul.

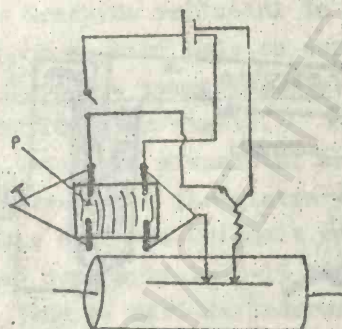


Fig. 19. Aranjarea instalației pentru înregistrarea miogramelor mușchilor netezi. P= preparat de stomac.

Se paralizază broasca, se descoperă cavitatea abdominală și se secționează un inel de stomac lat de 5-6 mm. Se secționează inelul în lung și paralel cu pliurile mucoasei, se introduc două bolduri la extremitățile preparatului. Boldurile vor juca rolul de excita-



tor și servesc la întinderea preparatului de penița miografului.

Se așează preparatul pe pluta miografului deasupra unui tampon de vată îmbibat în soluție fiziologică și se racordează la penița miografului. Ce strat muscular va antrena penița miografului?

Se așează penița miografului și a semnalului electromagnetic pe aceeași linie de plecare, se răsuște manual cilindrul kimografului (de ce?), după care se pornește kimograful cu viteză redusă (10-15 cm/minut). Se închide circuitul electric și se înregistrează o contracție unică (Fig. 19).

Pentru a înregistra o contracție tetanică se va excita repetat preparatul, la intervale mai mari de timp. Între traseul miografului și a semnalului electromagnetic, se înscrie timpul cu ajutorul cronografului.

Recomandări: Pe graficele obținute se va calcula durata perioadei latente, a fazei de contracție și de relaxare. Urmărind lungimea inițială a mușchiului, de observat contracția lui ritmică.

2-Echipament necesar: baie Palmer pentru mușchi netezi; peniță cu înscrisiere frontală; kimograf, cronograf, sursă de curent, întrerupător, ac de cusut, cutii Petri, semnal electromagnetic, soluțiile indicate mai jos, șobolan.

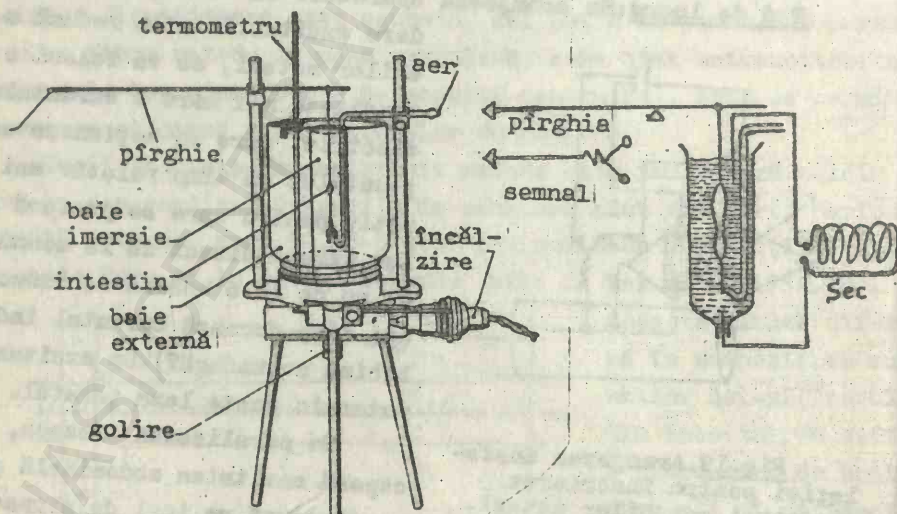


**Fig. 20.** Baie Palmer pentru mușchi netezi. În partea dreaptă este reprezentat compartimentul intern mărît cu instalația pentru excitarea mușchiului.

Baia Palmer permite termostatarea lichidului din compartimentul extern, în care se introduce o baie de imersie pentru mușchi, ce conține un lichid adecvat pentru materialul biologic respectiv. Lichidul poate fi oxigenat prin barbotare cu aer sau oxigen.

Mod de lucru: Se umple compartimentul extern al băii cu apă și se aranjează temperatura la  $38-40^{\circ}\text{C}$ . Compartimentul intern se umple cu soluția Tyrode sau Locke caldă.

Se decapitează un gobolan. Se disecă rapid intestinul subțire și se plasează într-o cutie Petri mare, ce conține soluție Tyrode caldă într-un volum care să acopere tot intestinul. Se introduce o canulă într-un capăt de intestin și se racordează la un rezervor de soluție Tyrode caldă. Se secționează intestinul în 2 bucăți și se curăță interiorul intestinului. Capătul curățat se transferă în soluție Tyrode proaspătă. Se secționează o porțiune de intestin (de preferat ileon) de 3-4 cm prin care la capete se trece cu un ac de cusut cîte un fir de ață; un capăt al firului de ață se leagă de tubul de barbotare. Ținînd cu o mînă tubul de barbotare legat de intestin, se introduce cu atenție preparatul în camera mușchiului. Se racordează mușchiul de penița înscrisitoare prin intermediul firului de ață. Se pun mici bucăți de plastilină pe brațul rezistenței al peniței înscrisitoare, încît mușchiul să fie ușor întins. Se face legătura tubului de barbotare cu sistemul de aer comprimat și se deschide robinetul în așa fel încît să se formeze un curent continuu de mici bule de aer.

Procedee experimentale: se pornește kimograful cu o viteză redusă (10-15 cm/minut).

1-Se lasă preparatul nederanjat, pînă apar contracții ritmice uniforme. Se vor înregistra timp de cîteva minute, contracțiile normale spontane. Obisnuit contracțiile unui preparat proaspăt se măresc după primele 5-15 minute.

2-Se va mări întinderea mușchiului, prin adăugare de plastilină la capătul înscrisitor al pîrghiei. Ce efect se observă în frecvența și amplitudinea contracțiilor ritmice?

3-Se oprește oxigenarea lichidului. După înregistrarea efectului, se repune oxigenarea în funcțiune. Se lasă cîteva minute pentru refacerea mușchiului.

4-Se aranjează circuitul electric ca în Fig. 20. Ambele penițe (semnal electromagnetic și penița cu înscrisiere frontală) se aranjează la același nivel. Verificați dacă excitantul unic poa-



te excita mușchiul. Se vor aplica excitanți repetați. Ce efect se obține? Se vor repeta excitanții maximi la intervale de 1 sec. Primii 2-3 excitanți sînt eficace? Puteți obține contracții tetanice? Se vor trage concluzii cu privire la perioada latentă a mușchiului și efectul excitanților repetați asupra mușchilor.

5- Se adaugă la soluția Tyrode cîteva picături de adrenalină 1:10.000. După înregistrarea efectului, se drenează lichidul din cameră și se înlocuiește cu soluția Tyrode proaspătă la 38°C. Pe timpul înlocuirii soluțiilor, trebuie ținut preparatul cu mîna pentru a evita căderea lui.

6- Se adaugă cîteva picături de soluție de acetilcolină 1:1000. După observarea efectului, se înlocuiește soluția Tyrode ca mai sus.

7- Se adaugă cîteva picături de soluție de atropină 1:1.000. Se înregistrează efectul. Fără a spăla preparatul, se adaugă o cantitate dublă de acetilcolină, care a fost eficace în experiența 6.

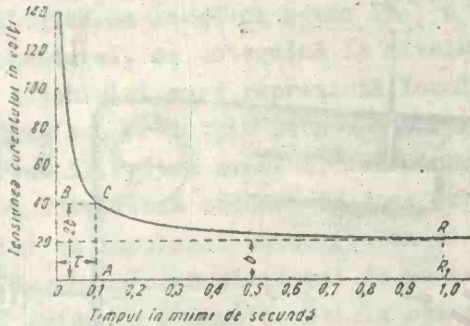
Recomandări: Se vor explica efectele obținute în urma stimulării electrice, modificările după tensiune, anoxie, cît și efectele excitatorii și inhibitorii ale substanțelor folosite.

Intrebări de control: Ce înervație prezintă musculatura netedă și care sînt deosebiriile lor funcționale în această privință comparativ cu musculatura striată? Cum explicați efectul motor diferit al acetilcolinei la nivelul mușchii cardiace comparativ cu cei netezi? În care caz va fi mai mare consumul energetic: în contracții tetanice ale mușchilor scheletici sau în contracțiile tonice de durată ale mușchilor netezi?

#### 14. CURBA EXCITABILITĂȚII. CRONAXIA MOTORIE.

O metodă simplă de evaluare a excitabilității țesuturilor, constă în determinarea pragurilor de excitație. Cu cît excitabilitatea unui țesut va fi mai mare, cu atît valoarea de prag a excitației va fi mai mică. Ulterior s-a constatat că în apariția procesului de excitație, are importanță nu numai valoarea absolută a excitanțului sau rapiditatea (bruschețea) cu care el se aplică, ci și timpul cît acționează asupra țesutului. Astfel dacă secționăm rapid un nerv motor, s-ar putea ca mușchiul respectiv să nu se contracte. Importanța factorului timp reiese deosebit de net la

tesuturile cu reacție lentă, cum sînt mușchii netezi, la care se constată că pentru a produce excitația, agentul excitant trebuie să acționeze cu atît mai îndelungat, cu cît valoarea lui absolută este mai mică. Dacă se reprezintă grafic interrelația dintre intensitatea excitantului și durata lui de acțiune, necesară apariției procesului de excitație, se obține o curbă, care ca formă se apropie de o hiperbolă echilaterală (Fig. 21). Curbă respectivă poartă denumirea de curbă excitabilității sau interrelația intensitate-timp. Din curbă respectivă se observă că fiecărei intensități a



curentului îi corespunde o durată minimă a acțiunii lui asupra țesutului în vederea provocării procesului de excitație. Din aceeași curbă rezultă că există o valoare minimă a excitantului, care acționînd nelimitat asupra țesutului, este capabilă de a excita țesutul. Valoarea acestui excitant de prag, poartă denumirea de reobază, iar timpul

Fig. 21. Curbă excitabilității. OA=cronaxia; OR<sub>1</sub>=timp util; OB2b=dublu reobazei; RR<sub>1</sub>=reobaza.

minim, cu care excitantul cu valoare de reobază, trebuie să acționeze asupra țesutului, ca să provoace excitația, se numește timp util.

Pentru caracterizarea excitabilității din partea factorului timp, nu s-a ales timpul util al reobazei, a cărui determinare s-ar face foarte dificil (de ce?), ci cronaxia (Lapicque). Prin cronaxie se înțelege timpul minim cu care un excitant cu valoarea dublu reobazei, trebuie să acționeze asupra țesuturilor, ca să determine apariția unui proces de excitație. Ea reprezintă o măsură cantitativă a gradului de excitabilitate a țesuturilor. Cu cît un țesut este mai excitabil, cu atît valoarea cronaxiei va fi mai mică. Se exprimă obișnuit în milisecunde (ms). Pentru mușchii striati ai omului, cronaxia oscilează între 0,08-0,72 ms; mușchii flexori au o cronaxie de două ori mai mică decît extensorii respectivi.

Cronaxia permite aprecierea gradului capacității de muncă a mușchilor în stări patologice, motiv pentru care metoda cronaximetrică și-a găsit o largă aplicare în practica medicală. În prezent



s-au elaborat metode de determinare nu numai a cronaxiei motorii ci și a cronaxiei senzoriale.

Determinarea cronaxiei se face cu ajutorul cronaximetrului.

Echipament necesar: cronaximetru; electrozi, soluție fiziologică.

Cronaximetrul (Fig.22) este un aparat electronic, ce generează impulsuri de excitație de formă rectangulară cu o durată de la 0,01-200ms și amplitudine maximă-20mA. Intensitatea impulsurilor d

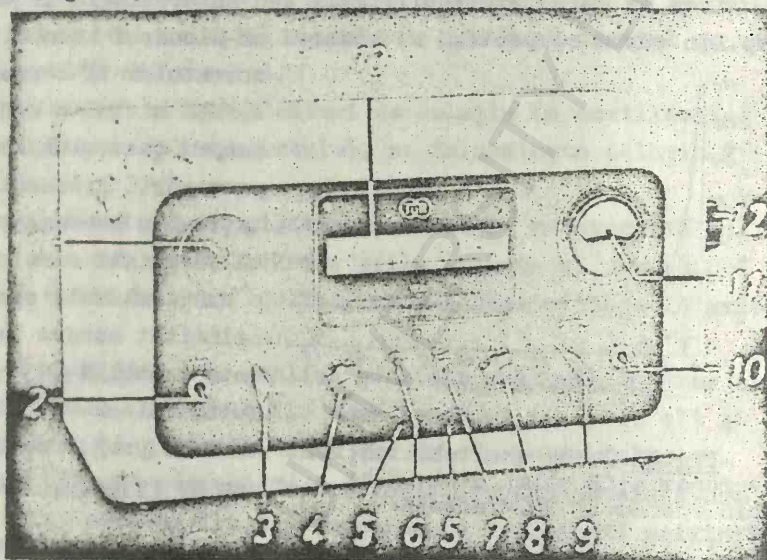


Fig.22. Cronaximetru.

excitație, este reglată cu ajutorul comutatorului 8 (rotind spre dreapta, intensitatea crește). Mărima exactă a impulsurilor se citește pe scala miliampermetrului (11) în felul următor: se aduce acul instrumentului de măsură în poziția zero (cu butonul 7), după care se apasă pe butonul 6 și se notează devierea maximă a acului.

Durata impulsului este reglată cu ajutorul comutatorului duratei (4) și a scalelor (12). Setul de condensatori, ce determină impulsuri reglate cu comutatorul 4, este cuplat în circuit numai în momentul când comutatorul dublării reobazei (3), este pus spre dreapta (dublu reobazei). Când comutatorul este pus spre stânga (3), aparatul generează impulsuri cu durată fixă de aproximativ 100ms. Excitantul poate fi aplicat sub formă de impuls unic, prin apăsare pe butonul 6, iar comutatorul tipului de impuls (2), fiind pus în jos, sau prin trenuri de impulsuri (aprox. 30 impulsuri/minut).

cînd butonul tipului de impuls(2) este ridicat.

Mod de lucru: Obişnuit cronaxia motorie se determină la muşchii flexori ai degetelor. În determinarea ei, se utilizează excitarea unipolară. Pentru aceasta electrodul indiferent-anodul- care are suprafaţă mare, se acoperă cu tifon umectat cu soluţia fiziologică şi se aplică pe braţul mîinii de analizat sau pe pumnul mîinii opuse. Avînd suprafaţă mare, densitatea curentului pe unitate de suprafaţă, va fi sub prag şi deci nu va excita. Se leagă de borna (+5). Electrocul explorator(activ)-catodul-, are o suprafaţă mică( $\varnothing=0,5$  cm). Vîrfurile se acoperă cu tifon umectat în soluţie fiziologică. Se leagă de borna (5-) a cronaximetrului. La începutul experienţei, se determină la nivelul antebraţului punctul motor al muşchiului, care reprezintă locul de pătrundere a nervului în muşchi (sau proiecţia pe piele a ramificaţiei intramusculare a nervului). Pentru aceasta, folosindu-ne de harta punctelor motorii (Fig. 23), aducem catodul în zona corespunzătoare a antebraţului şi trimitem impulsuri unice (buton 6) de intensitate reglată(8). Se va marca cu cerneală locul de pe antebraţ, unde apare flexia cea mai evidentă a unui deget la cea mai mică intensitate a curentului. Acest punct constituie punctul motor al muşchiului flexor al degetului. În continuare se va folosi pentru excitare numai acest punct.

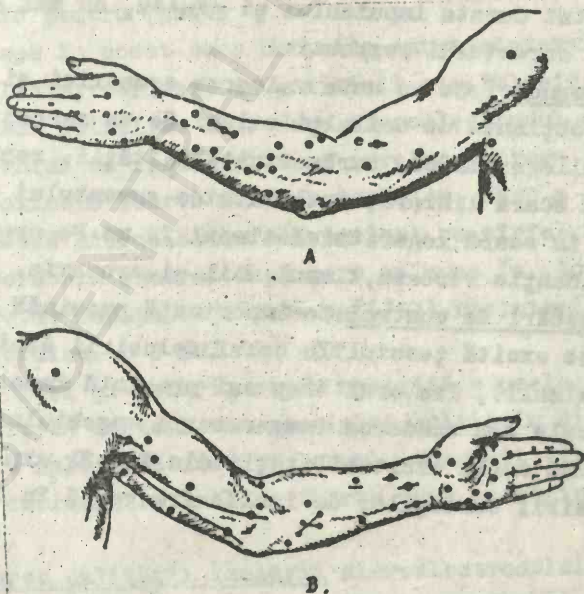


**Fig. 23.** Harta punctelor motorii. A-suprafaţa laterală; B-suprafaţa ventrală



Se aplică catodul în pu<sup>st</sup>ul motor, butonul tipului de impuls (2) se pune pe poziția impulsuri automate(sus), iar cu comutatorul intensității(8), mărim treptat amplitudinea impulsului pînă cînd apare o contracție de prag a mușchiului flexor. Se pune butonul 2 în jos, se aduce acul instrumentului la zero(cu 7) și prin apăsare pe butonul 6 se citește intensitatea curentului. Această mărime reprezintă reobaza.

Se pune indicatorul duratei impulsului(4) la durata cea mai mică a impulsului. Dublăm reobaza(comutatorul 3 spre dreapta), declanșăm impulsuri automate și mărim treptat durata impulsului(cu 4) pînă obținem o contracție de prag a mușchiului flexor. Timpul citit pe scală(13), reprezintă cronaxia.

Pentru a determina curba excitabilității procedăm în felul următor: punem scara timpului la durata cea mai mare a impulsului (200 ms). Butonul 3 îl vom menține tot timpul în poziția dublu reobazei(spre dreapta). Declanșăm impulsuri automate(2 în sus) și cu comutatorul intensității impulsului(8), mărim intensitatea curentului, pînă obținem contracția de prag. Se notează intensitatea curentului și durata impulsului respectiv. Modificăm (micșorăm apoi treptat durata impulsului și căutăm, ca mai sus, valoarea de prag a curentului respectiv.

Recomandări: Se va nota valoarea cronaxiei și se vor compara valorile obținute de ceilalți colegi. Se va reprezenta grafic pe scară semilogaritmică, curba excitabilității, reprezentînd pe ordonată în scară liniară, intensitatea curentului în mA, iar pe abscisă, în scară logaritmică-timpul în ms. Pe graficul obținut se va evidenția reobaza, timpul util și cronaxia.

Intrebări de control: Ce importanță prezintă forma impulsului cu care se excită țesutul? În cazul folosirii excitanților puternici (supramaximali), factorul timp mai prezintă importanță? Ce efect are oboseala sau scăderea temperaturii mușchiului asupra cronaxiei? Urmărind curba excitabilității din Fig. 21, explicați posibilitatea folosirii curenților de înaltă frecvență în diatermie.

trodelui în soluție, are loc închiderea circuitului și începerea electrolizei. Deoarece vârful electrodului intră primul în mediul de electroliză și tot el iese ultimul, el va fi supus electrolizei un timp mai îndelungat, motiv pentru care sîrma (electrodul) se ascute în cele din urmă sub forma conică. În prima etapă a electrolizei, se trece un curent de 0,03A pe electrod (concomitent pot fi ascuțiți câțiva electrozi), iar final se utilizează o intensitate mai redusă. Inițial electrodul se supune electrolizei un timp mai mare (30-60 sec.), iar imersiunile ulterioare se fac la o adîncime mai mică și pentru un timp mai scurt. Controlînd la microscop, se continuă electroliza pînă cînd vârful electrodului ajunge la un diametru de 2-5 $\mu$ . În general durează aproximativ 2 minute.

Imediat după aceasta, se introduce electrodul succesiv în soluția concentrată de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  pentru neutralizarea acidității, apoi în  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1%, alcool, eter. Capătul larg al electrodului se acoperă cu cupru, pentru ușurarea racordării la conductori.

Izolarea microelectrozilor: materialul izolator trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să nu mărească  $\phi$  vârfului electrodului; să adere bine de metal; să aibă o rezistență ohmică suficient de înaltă; să aibă o suprafață netedă și dreaptă; să nu-și piardă din calitate prin utilizarea repetată a microelectrodului; să nu fie toxic pentru țesut.

Se folosesc în acest scop diferite substanțe: emailuri, lacuri, compuși de siliciu, derivați de polivinil, etc. Folosirea lacului wamisch se face astfel: se introduce microelectrodul pentru 30 sec. în soluția lichidă de izolator, după care se extrage încet încît să rămînă o peliculă foarte fină de izolator, fără a se forma picături. Se fixează microelectrodul vertical cu vârful în sus, se usucă la temperatura camerei după care se pune în etuvă la 180°C pentru 2-4 ore. Se repetă de cîteva ori (2-3). Rezistența acestei izolări este de ordinul a 2 M $\Omega$ .

Se pot folosi și lacuri, ce nu necesită o prelucrare termică: celuloid solvit în acetonă sau plexiglas solvit în diclorețan sau cloroform. Prin aplicarea acestor lacuri, obîgnuit vârful electrodului rămîne dezizolat. O izolare foarte bună se obține și cu ajutorul sticlei.

Verificarea calității izolării microelectrodului, se face electrolitic, racordînd polul negativ al curentului continuu (1,5 V) la electrod, iar anodul - la soluția fiziologică din cutia Petri, pusă pe un fond negru. Prin închiderea circuitului, apar bule



de gaz din zona dezizolată, care se văd cu ochiul liber. Izolația poate fi verificată și prin deplasarea microelectrodului printr-o

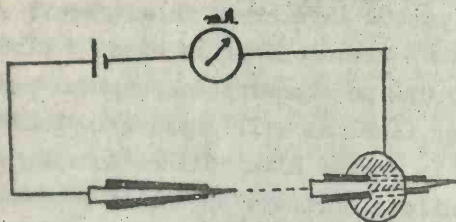


Fig. 32. Schema pentru verificarea izolării microelectrozilor.

peliculă de soluție fiziologică întinsă în inelul de sîrmă dezizolată (Fig. 32). În momentul cînd vârful microelectrodului atinge peliculă de lichid, se închide circuitul electric, care va fi indicat de instrumentul de măsură. Deplasînd treptat micro

electrodul prin pelicula de soluție, se va observa că la nivelul la care există o zonă dezizolată, acul instrumentului oscilează.

Intrebări de control: Care este destinația microelectrozilor? De ce nu putem folosi microelectrozi metalici pentru derivarea potențialelor de repaus?

### 19. POTENTIALUL DE REPAUS AL FIBREI MUSCULARE STRIATE

Pentru măsurarea potențialului de membrană, este necesar de a pătrunde în interiorul celulei cu microelectrodul și folosind un amplificator de curent continuu, să înregistrăm diferența de potențial, care există între interiorul celulei și țesuturile înconjurătoare. Existența diferenței de potențial va fi indicată de saltul potențialului, care apare în momentul străpungerii membranelor celulare. Acest salt de potențial determină o denivelare bruscă a spotului oscilografului de pe linia izoelectrică. Schematic acest lucru se observă în Fig. 33 (pe ecranul oscilografului catodic). Fig. 34 reprezintă înregistrarea momentului pătrunderii microelectrodului în interiorul fibrei musculare striate.

Echipament necesar: amplificator de curent continuu cu repetitor (repetor) catodic; oscilograf catodic cu amplificator de curent continuu; microelectrozi de sticlă umpluți cu KCl 3M; micromanipulator; electrod impolarizabil; cameră umedă pentru fixarea preparatului; trusă de disecție; clorură de tubocurarină  $2 \cdot 10^{-6}$  M ( $2 \mu\text{g/ml}$ ); soluție Ringer; ulei de parafină; broască.

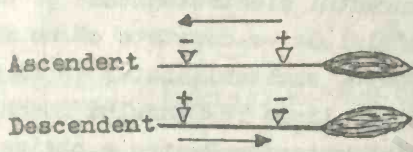
Mod de lucru: se dă drumul amplificatorului de curent, pentru încălzire prealabilă.

Se prepară mușchiul sartorius de broască. Deoarece vârful

tea crescută de la catod, scade rapid la nivelul de plecare, după care diminuează pînă la dispariția completă (depresiunea catodică Verigo). In aceleași condiții experimentale, modificări în sens invers suferă și excitabilitatea segmentului anodic al nervului—după diminuarea inițială, revine la nivelul de plecare.

Fenomenele electrotonice pot fi demonstrate prin metode miografice, comparînd valorile de prag ale excitanților pentru nervul normal, cu pragurile obținute din segmentul catodic și segmentul anodic al nervului străbătut de curentul electrotonizant (continuu). Deoarece apariția excitației în nervo evidențiem prin contracția mușchiului, aducem polul electrodului, sub care analizăm modificările excitabilității, mai aproape de mușchi; în felul acesta, procesul de excitare, care apare sub excitator, nu are nici o piedică în drumul său spre mușchi. In acest scop vom lucra pe rînd în curent ascendent și descendent (Fig.43).

Echipament necesar: kimograf; electrozi impolarizabili; excitator;



bobină de inducție; întrerupător; cheia Pohl; sursă de curent; trusă de disecție; miograf, broască.

Mod de lucru: aranjăm circuitul electric pentru determi-

narea pragului de excitare. Pentru curentul electrotonizant, aparatele se aranjează ca în Fig.44. Cheia Pohl va servi ca inversor al sensului curentului, motiv pentru care se păstrează barele de legătură ale bornelor laterale. Bornele de la acumulator se racordează la bornele centrale ale cheii Pohl iar de la o pereche de borne laterale, ducem curentul la electrozii impolarizabili. Schimbînd comutatorul cheii Pohl de la o pereche de borne laterale la cealaltă, schimbăm sensul curentului electrotonizant.

Fig.43. Aranjarea electrozilor pentru curent electrotonizant ascendent sau descendent.

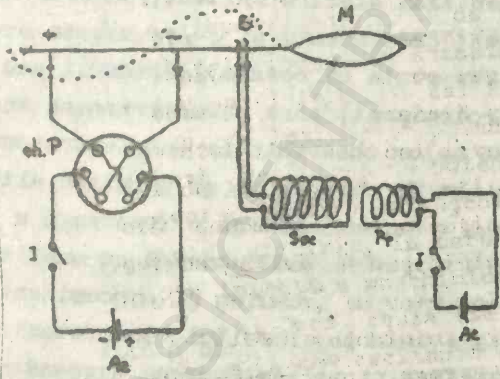


Fig.44. Instalarea aparatelor pentru cercetarea electrotonusului în curent descendent.

Se pregătește preparatul sciatic-gastrocnemian de broască.



de gaz din zona dezizolată, care se văd cu ochiul liber. Izolația poate fi verificată și prin deplasarea microelectrodului printr-o

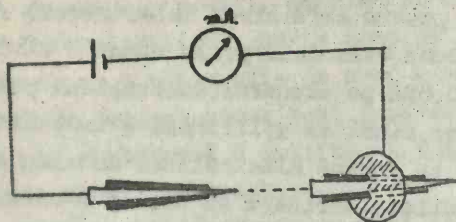


Fig. 32. Schema pentru verificarea izolării microelectrozilor.

peliculă de soluție fiziologică întinsă în inelul de sîrmă dezizolată (Fig. 32). În momentul cînd vârful microelectrodului atinge pelicula de lichid, se închide circuitul electric, care va fi indicat de instrumentul de măsură. Deplasînd treptat micro

electrodul prin pelicula de soluție, se va observa că la nivelul la care există o zonă dezizolată, acul instrumentului oscilează.

Intrebări de control: Care este destinația microelectrozilor? De ce nu putem folosi microelectrozi metalici pentru derivarea potențialelor de repaus?

### 19. POTENTIALUL DE REPAUS AL FIBREI MUSCULARE STRIATE

Pentru măsurarea potențialului de membrană, este necesar de a pătrunde în interiorul celulei cu microelectrodul și folosind un amplificator de curent continuu, să înregistrăm diferența de potențial, care există între interiorul celulei și țesuturile înconjurătoare. Existența diferenței de potențial va fi indicată de saltul potențialului, care apare în momentul străpungerii membranelor celulare. Acest salt de potențial determină o denivelare bruscă a spotului oscilografului de pe linia izoelectrică. Schematic acest lucru se observă în Fig. 33 (pe ecranul oscilografului catodic). Fig. 34 reprezintă înregistrarea momentului pătrunderii microelectrodului în interiorul fibrei musculare striate.

Echipament necesar: amplificator de curent continuu cu repetitor (repetor) catodic; oscilograf catodic cu amplificator de curent continuu; microelectrozi de sticlă umpluți cu KCl 3M; micromanipulator; electrod impolarizabil; cameră umedă pentru fixarea preparatului; trusă de disecție; clorură de tubocurarină  $2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  ( $2 \mu\text{g/ml}$ ); soluție Ringer; ulei de parafină; broască.

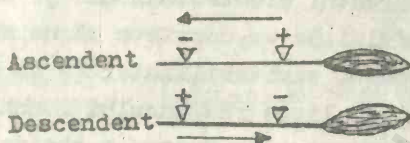
Mod de lucru: se dă drumul amplificatorului de curent, pentru încălzire prealabilă.

Se prepară mușchiul sartorius de broască. Deoarece vârful

tea crescută de la catod, scade rapid la nivelul de plecare, după care diminuează pînă la dispariția completă (depresiunea catodică Verigo). În aceleași condiții experimentale, modificări în sens invers suferă și excitabilitatea segmentului anodic al nervului—după diminuarea inițială, revine la nivelul de plecare.

Fenomenele electrotonice pot fi demonstrate prin metode miografice, comparînd valorile de prag ale excitanților pentru nervul normal, cu pragurile obținute din segmentul catodic și segmentul anodic al nervului străbătut de curentul electrotonizant (continuu). Deoarece apariția excitației în nervo evidențiem prin contracția mușchiului, aducem polul electrodului, sub care analizăm modificările excitabilității, mai aproape de mușchi; în felul acesta, procesul de excitație, care apare sub excitator, nu are nici o piedică în drumul său spre mușchi. În acest scop vom lucra pe rînd în curent ascendent și descendent (Fig.43).

Echipament necesar: kimograf; electrozi impolarizabili; excitator;



bobină de inducție; întrerupător; cheia Pohl; sursă de curent; trusa de disecție; miograf, broasca.

Mod de lucru: aranjăm circuitul electric pentru determi-

narea pragului de excitație. Pentru curentul electrotonizant, aparatele se aranjează ca în Fig.44. Cheia Pohl va servi ca inversor al sensului curentului, motiv pentru care se păstrează barele de legătură ale bornelor laterale. Bornele de la acumulator se racordează la bornele centrale ale cheii Pohl iar de la o pereche de borne laterale, ducem curentul la electrozii impolarizabili. Schimbînd comutatorul cheii Pohl de la o pereche de borne laterale la cealaltă, schimbăm sensul curentului electrotonizant.

Fig.43. Aranjarea electrozilor pentru curent electrotonizant ascendent sau descendent.

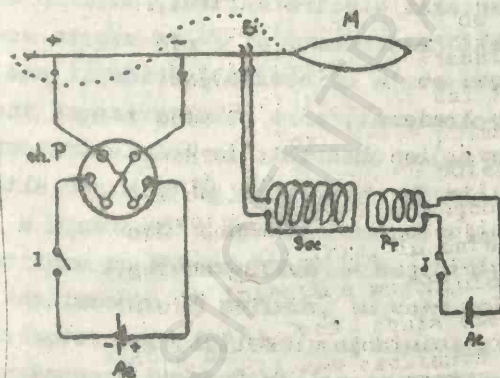


Fig.44. Instalarea aparaturii pentru cercetarea electrotonusului în curent descendent.

Se pregătește preparatul sciatic-gastrocnemian de broască.



Legăm n.gastrocnemian de penița miografului și aplicăm pe nerv cei 2 electrozi impolarizabili la distanță unul de altul (De ce?) În apropierea electrodului impolarizabil proximal, punem nervul pe excitatorul circuitului de determinare a pragului.

Determinăm inițial pragul de excitare la curent indus și înregistrăm contracția de prag (Vz. lucrarea 7). Pentru simplificare, înregistrarea poate fi înlocuită cu observarea vizuală a gradului de contracție a mușchiului. După ce s-a determinat pragul, închidem circuitul electrotonizant și măsurăm din nou excitabilitatea aceluiași segment de nerv. Dacă în apropierea excitatorului se află catodul, excitabilitatea nervului va fi mărită (contracția mușchilor va fi mai mare la aceeași intensitate a excitantului) și pentru a obține numai contracția de prag, va trebui să depărtăm bobinile între ele. De notat valoarea noului prag.

Aducem bobina secundară la valoarea pragului inițial (nerv normal) după care întrerupem curentul electrotonizant și determinăm valoarea pragului în zona catodului. Se va constata că un scurt interval de timp de la întrerupere, excitabilitatea va fi diminuată, ceea ce se exteriorizează prin lipsa răspunsului mușchiului la intensitatea de prag stabilită anterior. Pentru a obține contracție de prag, este nevoie de a mări intensitatea curentului indus. După un timp de la întreruperea curentului electrotonizant, excitabilitatea nervului revine. Se va verifica.

Se va schimba sensul curentului electrotonizant, aducând anodul mai aproape de mușchi (curent descendent). și se va repeta experiența ca mai sus. Efectele observate cu ocazia închiderii sau întreruperii curentului electrotonizant, care caracterizează anelectrotonusul, vor fi inverse celor observate la catelectrotonusul.

Fenomenele electrotonice pot fi verificate și printr-o altă variantă experimentală: se alege o intensitate și o frecvență a curentului indus, care provoacă o contracție tetanică cu amplitudine redusă. Se înregistrează contracția tetanică și concomitent (fără întreruperea excitării) se închide circuitul electrotonizant. Dacă în apropierea excitatorului va fi catodul (curent descendent), se va observa o creștere evidentă a contracțiilor musculare. După întreruperea circuitului electrotonizant, se va observa o curbă descendentă a tetanosului, după care forța de contracție revine treptat. Schimbând sensul curentului electrotonizant (ascendent), se va repeta experiența.

zic. Datorită rapidității cu care se desfășoară potențialele de acțiune bifazice, pentru a le putea înregistra, este nevoie de aparate cu inerție mică-oscilografe catodice cu amplificatori.

### 17. POTENȚIALUL DE ACȚIUNE AL NERVULUI ÎNREGISTRAT CU AJUTORUL OSCILOGRAFULUI.

Potențialul de acțiune al nervului, diferă în multe privințe de potențialul de acțiune al fibrelor nervoase izolate. El nu se supune legii tot sau nimic, ci se observă o relație gradată funcție de intensitatea excitantului; diferă prin valoarea pragului de excitare, prin viteza de propagare, prin caracterul curbei înregistrate, etc.

Caracterul curbei potențialului de acțiune, depinde în mare măsură de condițiile de derivare (Fig. 27).

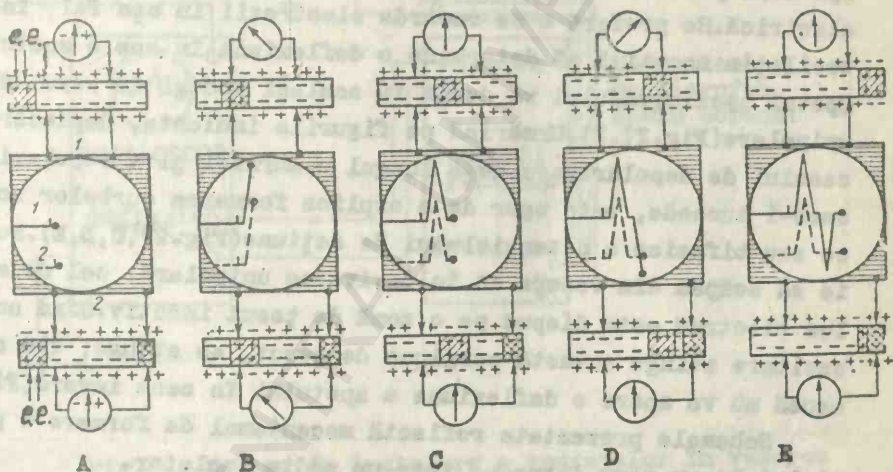


Fig. 27. Schema formării curbei potențialului de acțiune prin derivare bipolară (1) sau unipolară (2).

Există două moduri principale de derivare a potențialului de acțiune: 1-când ambii electrozi sînt plasați pe suprafața intactă a nervului-derivare bipolară- caz în care potențialul se înregistrează sub forma unei unde bifazice (Fig. 27, 1E); 2-cînd un electrod este plasat pe o zonă intactă a nervului, iar cel de al doilea pe o porțiune de nerv lezată sau pe un țesut inactiv-derivare uni-



polară-.In acest caz potențialul de acțiune ne apare sub forma unei oscilații monofazice(Fig.27,2E).

Schema reprezentată mai sus, explică mecanismul apariției acestor unde și cauza diferențelor ce există între ele.Sub acțiunea excitantului aplicat cu ajutorul electrozilor de excitare (Fig.27,A,e.e.),apare pe nerv unda de excitare.Propagându-se de-a lungul nervului, atinge primul electrod de derivare.Deoarece zona excitată este electronegativă comparativ cu zona neexcitată, între primul electrod sub care a ajuns unda de negativizare și cel de al doilea electrod, care se află pe o zonă a nervului încă în repaus se va înregistra o diferență de potențial, sub influența căruia are loc o deplasare a spotului oscilografului,înregistrându-se oscilația negativă a potențialului(Fig.27,1B).Funcție de modul de racordare a electrozilor la intrarea în oscilograf, deflexiunea spotului poate fi îndreptată în sus sau în jos față de linia izo-electrică.Se preferă a se racorda electrozii în așa fel, încât oscilația negativă să determine o deflexiune în sus a spotului. Spotul oscilografului va devia în același mod și în cazul derivărilor unipolare(Fig.27,2).Urmărind pe figurile indicate, deplasarea produsului de depolarizare de-a lungul membranei și a repolarizării care-i succede, este ușor de a explica formarea curbelor monofazice sau bifazice a potențialului de acțiune(Fig.27,C,D,E).Nu trebuie să scăpăm din vedere că în derivarea unipolară, cel de al doilea electrod este dispus pe o zonă de țesut inactiv.Cînd unda de excitare atinge această porțiune de țesut, se stinge, din care cauză nu va apare o deflexiune a spotului în sens invers(Fig.27,

Schemele prezentate reflectă mecanismul de formare a potențialului la un nerv introdus într-un mediu izolator.

Deoarece potențialul de acțiune, care apare în nerv sub influența impulsurilor generate de către stimulator, este foarte mic el trebuie amplificat în prealabil cu ajutorul unui preamplificator.Semnalul electric este condus în continuare la oscilograf catodic, un instrument ce transformă impulsul electronic într-un spot luminos,prin lovirea fasciculului de electroni a unui ecran fluorescent.

Echipament necesar: instalația pentru derivarea potențialului de acțiune(amplificator de curent alternativ,oscilograf catodic,stimulator), electrozi de excitare și derivare,camera umedă

ulei de parafină, soluție Ringer, trusă de disecție, bricea.

Mod de lucru: se aranjează aparatele ca în schema de mai jos (Fig.28).

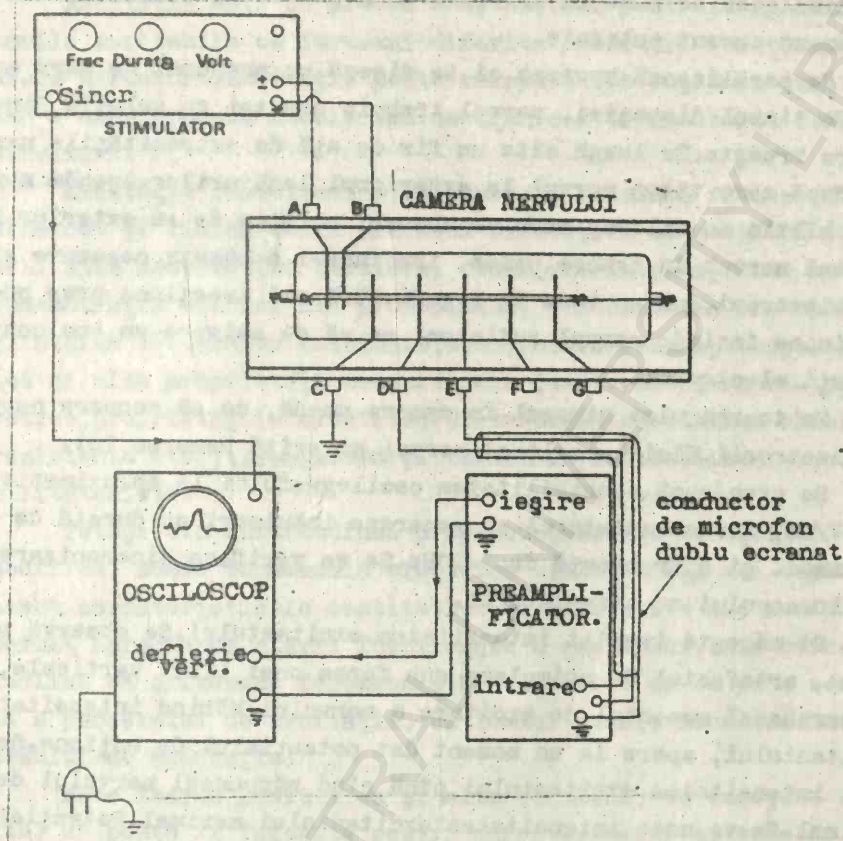


**Fig.28.** Schema de instalare a aparatelor în vederea înregistrării biopotențialelor.

Se racordează conductorii de la stimulator, la primii electrozi din camera umedă (A,B). Bornele de sincronizare ale stimulatorului se racordează la baza de timp a osciloscopului. Preamplificatorul se racordează la electrozii de derivare D și E din camera umedă. Electroful C, plasat între electrozii de excitare și cei de derivare, este racordat la masă.

Se deschide aparatul și se încălzește câteva minute. Se centerază și se focalizează spotul oscilografului. A nu se lăsa un



spot luminos puternic, staționar pe ecranul fluorescent, pentru nu afecta ecranul. Se sincronizează baza de timp a oscilografului cu ieșirea de la stimulator. Amplificatorul impulsurilor generate de stimulator, se pune la zero. Nervul poate fi ușor lezat, dacă trecem un curent puternic.

Se paralizează broasca și se disecă un preparat de nerv sciatic. Pe timpul disecției, nervul trebuie umezit cu soluție Ringer pentru broaște. Se leagă câte un fir de ață de extremitățile nervului, după care tăiem nervul la exteriorul legăturilor. Așezăm nervul pe o hirtie de filtru, care va absorbi soluția de la exterior. Se fixează nervul în camera umedă, trecându-l succesiv deasupra și sub electrozi, cum se vede în Fig. 28. Fără a-l tracționa prea puternic, se întinde nervul suficient ca să se asigure un bun contact cu toți electrozii.

Se toarnă ulei mineral în camera umedă, ca să acopere nervul și electrozii. Uleiul izolează nervul și evită uscarea lui.

Se aranjează sensibilitatea oscilografului la aproximativ  $0,5 \text{ V/cm}$ , iar stimulatorul să genereze impulsuri cu durată de  $0,1 \text{ msec.}$  și o frecvență de  $5\text{--}20 \text{ Hz}$ . Se va verifica sincronizarea osciloscopului cu stimulatorul.

Se mărește treptat intensitatea excitantului. Se observă pe ecran, artefactul de stimulare sub forma unei linii verticale, care marchează momentul de excitare a nervului. Mărind intensitatea excitantului, apare la un moment dat potențialul de acțiune. Se va mări intensitatea excitantului până când răspunsul nervului devine maximal. Se va nota intensitatea excitantului maximal. Potențialul de acțiune va apare sub forma unei bifazice. De ce?

Se va compara forma difazică a unei înregistrate între electrozii D și E cu forma înregistrată între electrozii D și F și D și G. De ce se modifică forma unde?

Se va străvi nervul pe o porțiune apropiată de electrodul G care este racordat la preamplificator. Excitând din nou nervul, se va observa forma monofazică a curentului de acțiune.

Pe baza curbei de calibrare, se va determina amplitudinea și durata potențialului de acțiune

Recomandări: se va desena forma potențialelor în derivările folosite.

Intrebări: Cum apare unda mono- și bifazică a potențialului de acțiune?

## 18. TEHNICA MICROELECTROZILOR.

### Destinația microelectrozilor.

Excitația este un proces complex, care poate să apară în țesuturile excitabile ce formează diferite structuri funcționale. În unele structuri, excitația poate să apară sub acțiunea excitanților sau a unor procese locale sau ca urmare a transmiterii de la alte structuri.

Excitația reprezintă o însumare de fenomene fizice, fizico-chimice și biologice. În procesul excitației se modifică permeabilitatea membranelor celulare, desfășurarea reacțiilor metabolice; concentrația ionilor din protoplasmă; vâscozitatea protoplasmei și starea sistemelor coloidale; activitatea fermenților; elasticitatea și alte proprietăți mecanice ale țesuturilor; proprietățile lor optice; proprietățile electrice (distribuția sarcinilor electrice, rezistența etc); termogeneza și termoliza; excitabilitatea, conductibilitatea, etc.

Totuși din multitudinea proprietăților și reacțiilor care se modifică, numai fenomenele electrice reflectă cel mai deplin și exact caracteristicile cantitative și calitative ale excitației și permit aprecierea stării funcționale a țesutului. Unii cercetători înclină să privească fenomenele bioelectrice nu ca pe o componentă a procesului de excitație, ci însăși esența mecanismului procesului de excitație.

Este foarte posibil ca și alte fenomene, ce însoțesc excitația, să poată fi folosite pentru caracterizarea ei exactă, dacă am dispune de metode fine și rapide de înregistrare a dinamicii acestor fenomene. Deocamdată astfel de posibilități există numai pentru înregistrarea proceselor electrice.

Fenomenele electrice care însoțesc excitația, se dezvoltă la nivelul membranei celulare. De aceea studiul mecanismelor de geneză, propagare și transfer al excitației, necesită cercetarea dinamicii transportului de sarcini între suprafața externă și cea internă a membranelor celulelor izolate. Pentru aceasta este necesar de a pătrunde în interiorul celulei în așa fel, încât să n-o lezăm. Aceasta se poate realiza cu ajutorul microelectrozilor. În studiul organizării funcționale a sistemului nervos, deseori se simte nevoia de a înregistra potențialul de acțiune al unei singure



celule sau a unui număr limitat de celule. În acest scop se utilizează de asemenea microelectrozii. Deci microelectrozii se folosesc pentru derivarea potențialelor intra- sau extracelulare.

Microelectrozii intracelulari trebuie să aibă vârful cu un diametru sub un micron ( $\mu$ ) (pentru celule nervoase 0,2-0,4  $\mu$ ). Astfel de electrozi se confecționează din sticlă. Microelectrozii pentru derivarea biopotențialelor extracelulare, pot avea vârful mai gros. Se confecționează din sticlă sau metal.

Dacă dorim să excităm și să derivăm potențialul din aceeași celulă, se utilizează microelectrozi cu două canale izolate. În Fig. 33 este reprezentat un microelectrod cu două canale. Sînt microelectrozi și cu cinci canale (Eccles), care se pot folosi pentru studiul influenței diferitelor substanțe asupra aceleiași celule. Injectarea substanței din electrod în celulă se realizează obișnuit prin ionoforeză. Cantitatea de substanță injectată, va fi funcție de intensitatea curentului ( $10^{-8}$ - $10^{-7}$  A) și durata lui de acțiune. Orientarea sensului curentului se face funcție de ionul pe care dorim să-l injectăm. Cum?

#### 1. Confecționarea microelectrozilor din sticlă.

Acest electrod reprezintă un tub de sticlă cu vârful conic avînd un diametru sub un micron. Umplerea electrozilor se face cu săruri saline (obișnuit KCl 3M). Ioni soluției joacă rol de mediu conductor intern.

Echipament necesar: aparat pentru confecționat microelectrozi tub sticlă Pyrex  $\varnothing$  1-7mm; instalație pentru umplerea electrozilor; soluție KCl 3M.

Mod de lucru: microelectrozii de sticlă se confecționează din tuburi de sticlă greu fuzibilă (Pyrex), cu diametru 1-7 mm. Tehnologia confecționării poate fi foarte variată - începînd cu tragerea manuală a electrozilor pînă la automatizarea completă a procesului. În cadrul fiecărui procedeu, tragerea electrozilor se efectuează în cîteva etape (2-3). Inițial se aduce diametrul tubului la 50-100  $\mu$ , apoi 10-20  $\mu$  și în sfîrșit pînă la diametru sub 1  $\mu$ . Cea de a doua etapă de regulă se omite.

Tragerea manuală necesită relativ mult timp, iar dimensiunile și forma vârfului microelectrodului, variau destul de mult. Ulterior în locul flăcării obișnuite, se folosea o rezistență de plată (3-5 spire,  $\varnothing$  0,5mm), încălzită electric cu un curent reglat de un autotransformator. Încălzirea electrică, înmoaie sticla. Sub acțiune

forței de tracțiune, exercitată asupra tubului de sticlă, are loc alungirea și subțierea tubului, rezultând prin rupere doi micro-electrozi (Fig.29). Instalațiile moderne sînt complet automatizate.

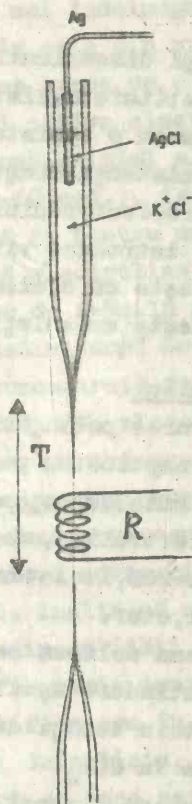


Fig.29. Un procedeu de confecționare și racordare a microelectrozilor. T-tracțiune; R-rezistență electrică.

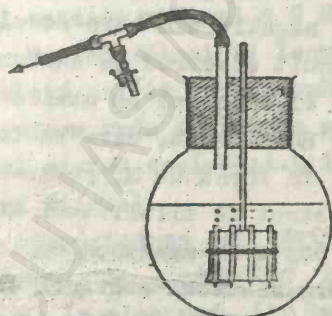


Fig.30. Instalația pentru umplerea microelectrozilor.

Tuburile de sticlă (lungime de 8 cm), înainte de folosire se țin în apă distilată. Înainte de folosire, se usucă suprafața externă a tubului, iar cea internă rămîne umedă. Prin încălzirea sticlei cu ocazia tragerii electrozilor, apa se evaporă, iar în timpul răcirii capilarului se condensează și umple porțiunea cea mai subțire a vârfului electrodului.

Umplerea electrozilor: se fixează microelectrodul pe un suport cu vârful în jos (Fig.30). Suportul este fixat de un dop, care astupă ermetic flaconul umplut cu KCl 3M. Prin dop, trece un tub racordat la o pompă de apă. Se încălzește soluția pînă la fierbere, iar vaporii se evacuează încet cu ajutorul pompei de apă. Din capetele lățite ale electrozilor încep să iasă bule de aer, ceea ce constituie un indiciu al umplerii electrozilor cu soluție. Umplerea electrozilor este completă, cînd au încetat să iasă bule de aer. Această operație durează 10-15 minute. Folosirea KCl este dictată de necesitatea limitării potențialului propriu de difuzie. În plus, datorită concentrației mari a ionului de K în interiorul celulei (aprox. 0,12M), o difuzie a electrolitului din vârful electrodului în celulă, nu modifică semnificativ concentrația acestui ion, evitîndu-se efectele nedorite asupra celulei.

Pînă la folosire, electrozii se păstrează în cutii Petri cu soluție KCl 3M. Neajunsul microelectrozilor de sticlă constă în imposibilitatea menținerii



lor îndelungate după umplere, deoarece peate un timp (maxim 1 săptămână), încep să se depună cristali de KCl în fundul micropipetei, ceea ce duce la modificarea rezistenței lor și final la imposibilitatea folosirii lor.

Înainte de folosire, se verifică forma și dimensiunile lor. Un indicator bun al dimensiunii vârfului constituie rezistența lui. Microelectrozii cu  $\phi$  de aproximativ 0,5  $\mu$  au o rezistență de 20-40 M $\Omega$ . Odată cu micșorarea diametrului, rezistența crește. Scăderea bruscă a rezistenței, indică ruperea microelectrodului. Unul din procedee pentru măsurarea rezistenței: se introduce vârful microelectrodului în soluție KCl 3M și se unește cu o clemă a ohmetrului. Cealaltă clemă a ohmetrului se unește cu soluția.

## 2. Confectionarea microelectrozilor metalici.

Destinația: pot fi folosite pentru derivarea potențialelor de acțiune extracelulare sau a potențialelor sinaptice. Nu pot fi folosiți pentru înregistrarea diferențelor constante de potențial.

Echipament necesar: dispozitiv pentru electroliză, sîrmă oțel inoxidabil sau wolfram  $\phi$  0,15-0,3 mm, HCl-10-20%, izolator,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2$  soluție concentrată,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1%, alcool, xilol, eter.

Mod de lucru: sîrma de oțel inoxidabil sau wolfram se încălzește lent pînă la roșu și se îndreaptă prin întindere ușoară. Suprafața se curăță ușor cu hîrtie smirghel și se taie bucăți de 5-6 cm lungime. Se degresează sîrma prin introducerea în  $\text{CCl}_4$ .

Prelucrarea electrolitică a electrodului: se fixează electrodul într-un suport ce se deplasează pe verticală (Fig. 31), și se re-

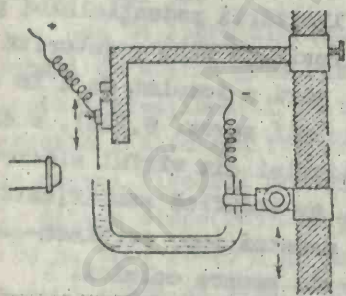


Fig. 31. Prelucrarea electrolitică a microelectrozilor. Explicarea în text.

cordează la polul pozitiv al unui acumulator de 6V. Polul negativ al acumulatorului, se unește printr-o rezistență cu cursor și un miliampermetru la polul negativ din baia de electroliză (obîgnuit electrod de cărbune). Ca mediu de electroliză se utilizează frecvent HCl 10-20%, care se toarnă în vasul în formă de U, peste care se pune un strat de xilol. Vasul în formă de U se poate de asemenea deplasa pe verticală. Procesul solvirii electro-

litice a metalului, se urmărește la un microscop orizontal. Prin ridicarea și coborîrea succesivă a vasului și introducerea elec-

trodului în soluție, are loc închiderea circuitului și începerea electrolizei. Deoarece vârful electrodului intră primul în mediul de electroliză și tot el iese ultimul, el va fi supus electrolizei un timp mai îndelungat, motiv pentru care sîmna (electrodul) se ascute în cele din urmă sub forma conică. În prima etapă a electrolizei, se trece un curent de 0,03A pe electrod (concomitent pot fi ascuțiți cîțiva electrozi), iar final se utilizează o intensitate mai redusă. Inițial electrodul se supune electrolizei un timp mai mare (30-60 sec.), iar imersiunile ulterioare se fac la o adîncime mai mică și pentru un timp mai scurt. Controlînd la microscop, se continuă electroliza pînă cînd vârful electrodului ajunge la un diametru de 2-5 $\mu$ . În general durează aproximativ 2 minute.

Imediat după aceasta, se introduce electrodul succesiv în soluția concentrată de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  pentru neutralizarea acidității, apoi în  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1%, alcool, eter. Capătul larg al electrodului se acoperă cu cupru, pentru ușurarea racordării la conductori.

Isolarea microelectrozilor: materialul izolator trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să nu mărească  $\varnothing$  vârfului electrodului; să adere bine de metal; să aibă o rezistență ohmică suficient de înaltă; să aibă o suprafață netedă și dreaptă; să nu-și piardă din calitate prin utilizarea repetată a microelectrodului; să nu fie toxic pentru țesut.

Se folosesc în acest scop diferite substanțe: emailuri, lacuri, compuși de siliciu, derivați de polivinil, etc. Folosirea lacului warrisch se face astfel: se introduce microelectrodul pentru 30 sec. în soluția lichidă de izolator, după care se extrage încet încît să rămînă o peliculă foarte fină de izolator, fără a se forma picături. Se fixează microelectrodul vertical cu vârful în sus, se usucă la temperatura camerei după care se pune în etuvă la 180°C pentru 2-4 ore. Se repetă de cîteva ori (2-3). Rezistența acestei izolări este de ordinul a 2 M $\Omega$ .

Se pot folosi și lacuri, ce nu necesită o prelucrare termică: celuloid solvit în acetonă sau plexiglas solvit în diclorețan sau cloroform. Prin aplicarea acestor lacuri, obîgnuit vârful electrodului rămîne dezizolat. O izolare foarte bună se obține și cu ajutorul sticlei.

Verificarea calității izolării microelectrodului, se face electrolitic, racordînd polul negativ al curentului continuu (1,5 V) la electrod, iar anodul - la soluția fiziologică din cutia Petri, pusă pe un fond negru. Prin închiderea circuitului, apar bule



de gaz din zona dezizolată, care se vede cu ochiul liber. Izolația poate fi verificată și prin deplasarea microelectrodului printr-o

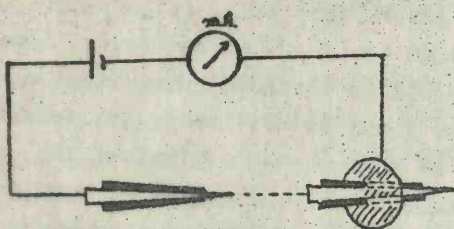


Fig. 32. Schema pentru verificarea izolării microelectrozilor.

peliculă de soluție fiziologică întinsă în inelul de sîrmă dezizolată (Fig. 32). În momentul cînd vârful microelectrodului atinge peliculă de lichid, se închide circuitul electric, care va fi indicat de instrumentul de măsură. Deplasînd treptat micro-

electrodul prin pelicula de soluție, se va observa că la nivelul la care există o zonă dezizolată, acul instrumentului oscilează.

Intrebări de control: Care este destinația microelectrozilor? De ce nu putem folosi microelectrozi metalici pentru derivarea potențialelor de repaus?

### 19. POTENTIALUL DE REPAUS AL FIBREI MUSCULARE STRIATE

Pentru măsurarea potențialului de membrană, este necesar de a pătrunde în interiorul celulei cu microelectrodul și folosind un amplificator de curent continuu, să înregistrăm diferența de potențial, care există între interiorul celulei și țesuturile înconjurătoare. Existența diferenței de potențial va fi indicată de saltul potențialului, care apare în momentul străpungerii membranei celulare. Acest salt de potențial determină o denivelare bruscă a spotului oscilografului de pe linia izoelectrică. Schematic acest lucru se observă în Fig. 33 (pe ecranul oscilografului catodic). Fig. 34 reprezintă înregistrarea momentului pătrunderii microelectrodului în interiorul fibrei musculare striate.

Echipament necesar: amplificator de curent continuu cu repetitor (repetor) catodic; oscilograf catodic cu amplificator de curent continuu; microelectrozi de sticlă umpluți cu KCl 3M; micromanipulator; electrod impolarizabil; cameră umedă pentru fixarea preparatului; trusă de disecție; clorură de tubocurarină  $2 \cdot 10^{-6} M$  ( $2 \mu g/ml$ ); soluție Ringer; ulei de parafină; broască.

Mod de lucru: se dă drumul amplificatorului de curent, pentru încălzire prealabilă.

Se prepară mușchiul sartorius de broască. Deoarece vârful

electrodului are o rezistență fizică destul de redusă, el se poate rupe ușor prin contracția mușchiului. De asemenea, contracția mușchiului cu microelectrodul pătruns într-o fibră a sa, poate leza puternic membrana fibrei, ceea ce ar duce la imposibilitatea înregistrării potențialului. De aceea este important de a diminua excitabilitatea mușchiului și de a fixa bine preparatul în camera umedă. Pentru diminuarea excitabilității, se poate scufunda mușchiul într-o soluție de tubocurarină, care blochează transmiterea excitației la nivelul plăcilor motorii. După curarizare se fixează

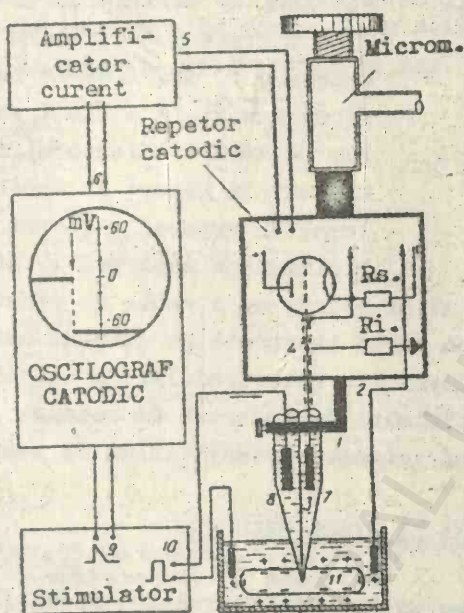


Fig. 33. Schema instalației pentru cercetări cu microelectrozi. Microm = micromanipulator.  $R_s$  = rezistență sarcină;  $R_i$  = rezistență ieșire; 11 = celula

sarea în continuare a microelectrodului se face cu ajutorul micromanipulatorului. Dacă vârful microelectrodului nu este foarte mic, atunci la locul de pătrundere în mușchi, poate fi văzută o gropiță. Printr-o deplasare lentă dar scurtă, introducem electrodul în țesut. Uneori pentru facilitarea străpungerii membranei de către electrod, se aplică o lovitură ușoară în capul micromanipulatorului sau în masă. Momentul străpungerii membranei este însoțit de o deplasare bruscă în jos a spotului oscilografului, nivel la care continuă baleiajul (Fig. 34). Revenirea spotului la linia inițială

preparatul pe o masă mică (mușchiul se fixează cu suprafața internă în sus, care este relativ mai săracă în țesut conjunctiv) și se introduce în camera umedă (Vezi Fig. 36), care conține ulei mineral sau soluție Ringer. Se fixează electrodul în suportul repetitorului catodic (Fig. 35) și se racordează electrolitul, ce umple microelectrodul, printr-un conductor Ag-AgCl la intrarea repetitorului catodic. Electrodul impolarizabil indiferent se așează pe suprafața preparatului.

Se luminează camera umedă pe dedesubt și se apropie microelectrodul de mușchi pe direcție perpendiculară. Deplasa-



indică ieșirea electrodului din celulă sau străpungerea membra-

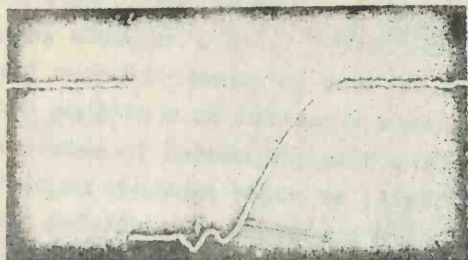


**Fig. 34.** Derivarea intracelulară a potențialului de repaus. 1=momentul pătrunderii microelectrodului în celulă; 2=oscilație cauzată de presiunea microelectrodului pe suprafața internă a membranei; 3=momentul străpungerii membranei și ieșirii electrodului din celulă.

nei pe partea cealaltă a celei. Se măsoară înălțimea între nivelul la care se afla spotul pe ecran până la pătrunderea microelectrodului în celulă și nivelul la care s-a deplasat ulterior (Fig. 33 pe ecran). Comparând mărimea acestui interval cu semnalul de calibrare, se determină mărimea potențialului de membrană în mV. Valoarea lui la fibra musculară atriată este în jur de  $-88\text{mV}$  (interiorul fiind negativ în raport cu mediul extern). În general valoarea potențialului de membrană la mușchi și nervi, variază între  $-75\text{mV}$  și  $-95\text{mV}$ , cu o medie de  $-85\text{mV}$ .

**Recomandări:** se vede sena curba observată pe ecranul oscilografului în momentul pătrunderii microelectrodului în celulă și se va calcula mărimea potențialului de membrană de repaus.

**Intrebări:** Cine determină valoarea potențialului de membrană?

## 20. POTENTIAL DE ACȚIUNE LA NIVEL CELULAR.

Stimularea unei membrane excitabile cu excitanți subliminali, care nu dau naștere unui potențial propagat, provoacă modificări de conductibilitate și de potențial cu caracter local, reversibil, alcătuind ceea ce se numește potențial local. El apare cu o latență de aproximativ 1 msec. și durează 4-5 msec. Potențialul local apare pe porțiunea de membrană, care se află în apropierea electrozilor și reflectă procesul excitării locale.

Potențialele locale (și implicit excitația locală) se caracterizează printr-o serie de proprietăți specifice: 1)-nu au o intensitate de prag precisă; 2)-nu se supun legii tot sau nimic; 3)-se răspîndesc pe o zonă neînsemnată și cu decrement; 4)-în privința mecanismului, reprezintă un proces local de depolarizare a membranei celulare.

Potențialul local apare și în condiții naturale de excitare

a sinapselor sub forma potențialului postsinaptic excitator (EPSP) sau inhibitor (IPSP). Totuși mecanismul apariției potențialelor locale la nivelul sinapselor și a potențialelor locale la nivelul membranei axonului, de exemplu, este diferit și de aceea nu trebuie confundate.

Cînd intensitatea excitantului atinge valoare de prag, apare răspunsul exploziv sub forma unei oscilări de potențial de amplitudine mare, cu o durată de 1-3 msec., care nu rămîne cantonat în locul apariției ci se răspîndește de-a lungul întregii membrane. Această oscilare de potențial a primit denumirea de potențial de acțiune (Fig. 35). Potențialul de acțiune este legat de apariția

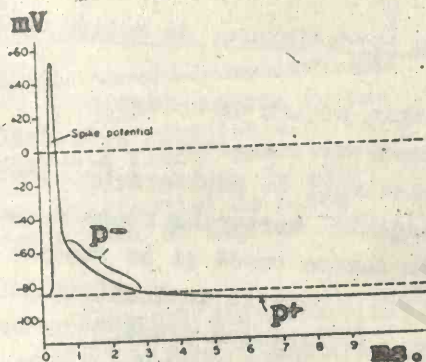


Fig. 35. Un potențial de acțiune. P- = postpotențial negativ; P+ = postpotențial pozitiv.

potențialul de vîrf (spike potențial) și reflectă procesul de depolarizare a membranei, proces prin care are loc inițial anularea diferenței de potențial de repaus, urmat imediat de polarizarea în sens invers a membranei, prin schimbarea semnului sarcinilor electrice (negativ la exterior și pozitiv în interior). În fibrele nervoase mari de tip A, spike durează aproximativ 0,4 msec. și este determinat în deosebi de fluxul de  $\text{Na}^+$  din exteriorul membranei spre interior.

După atingerea vîrfului, începe procesul de repolarizare, prin ieșirea ionului de  $\text{K}^+$  din celulă spre exterior. Pe Fig. 35 se observă că potențialul de membrană timp de cîteva msec. nu se reîntoarce imediat la nivelul potențialului de repaus. Acest potențial este denumit postpotențial negativ, care ca valoare reprezintă

procesul de excitare propagată. Se caracterizează prin aceea că posedă o valoare precisă a pragului de excitare; se supune legii tot sau nimic; se propagă pe toată suprafața membranei; amplitudinea lui depășește amplitudinea potențialului de repaus cu +30 pînă la +50 mV; prin derivare extracelulară, reprezintă oscilația negativă a potențialului.

Modificarea inițială de amplitudine mare a potențialului de acțiune, este denumită



1-5% din valoare potențialului de vîrf. Se datorează diminuării timp de cîteva milisecunde a fluxului de  $K^+$  spre exteriorul membranei. După atingerea valorii de repaus, un timp devine ceva mai negativ în interior, comparativ cu situația de repaus. Acest exces de negativitate este denumit postpotențial pozitiv. Ca amplitudine reprezintă o fracțiune de mV pînă la cîteva mV, iar ca durată - 50msec - cîteva secunde. Se datorează în deosebi pomparei  $Na^+$  din interiorul celulei spre exterior.

Potențialul de acțiune are semnul negativ pe suprafața externă a membranei comparativ cu suprafața internă sau cu țesuturile înconjurătoare. Prin derivare intracelulară, el reprezintă o oscilație pozitivă a potențialului.

### 1. Derivarea intracelulară a potențialului de acțiune de la fibra musculară striată.

Echipament necesar: instalația pentru cercetări cu microelectrozi; micromanipulator; camera umedă; microelectrozi de sticlă; stimulator; trusă de disecție; electrozi de excitare; broasca.

Mod de lucru: se prepară mușchiul sartorius împreună cu nervul motor. Se introduce preparatul în camera umedă și se fixează în

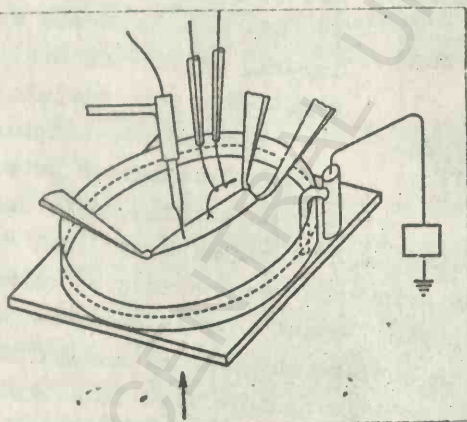


**Fig. 36.** Camera umedă pentru studiul potențialului de repaus sau de acțiune a fibrei musculare. Săgeata indică direcția de iluminare.

poziția întinsă (Fig. 36). Nu se tratează preparatul cu substanțe curarizante. Pentru diminuarea contracției musculare, se poate adăuga soluției Ringer, sucroză 230mM, care blochează contracția și menține potențialul.

Fixarea microelectrozilor pe repetitor catodic și introducerea lui în fibra musculară, se efectuează ca în lucrarea 19.

Se sincronizează osciloscopul cu stimulatorul. Așezăm nervul motor pe electrozii

excitare, conectați la ieșirea din stimulator. Viteza de baleiaj trebuie să fie redusă. Excităm nervul inițial cu excitanți unici apoi repetitivi. Momentul aplicării excitantului este indicat pe

ecranul oscilografului printr-un artefact de excitare, care apare sub forma unei deflexiuni verticale mici (Fig. 37, a). Mărin-  
d intensitatea excitantului, se mărește și amplitudinea artefactului cît și a potențialului local. La o anumită valoare a intensității excitantului, după artefactul de excitare apare o deflexiune mare—potențialul de acțiune. Pe baza curbelor de calibrare, se determină amplitudinea și durata potențialului de acțiune.

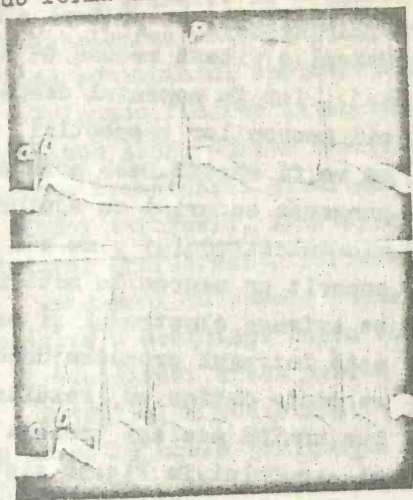


Fig. 37. Derivarea intracelulară a potențialului de acțiune a fibrei musculare striate. a=artefact de excitare; b=potențial de placă P=potențial de acțiune.

## 2. Derivarea extracelulară a potențialului de acțiune din neuro-nii corticali.

Potențialul de acțiune poate fi înregistrat și prin derivare extracelulară, atunci cînd microelectrodul este dispus în apropierea celulei sau a unui grup redus de celule excitate. Se pot folosi atît

microelectrozi din sticlă cît și metalici cu un diametru de aproximativ 5  $\mu$ . Pentru amplificarea potențialului, se poate folosi un preamplificator de curenți alternativ, în care caz electrozii de derivare pot fi conectați direct la intrarea amplificatorului, fără repetor catodic.

Echipament necesar: instalație pentru cercetări cu microelectrozi sau amplificator de biopotențiale; oscilograf catodic; stimulator; aparat stereotaxic cu micromanipulator; microelectrozi pentru derivări extracelulare; electrozi de excitare; nembital; pisică sau gobolan.

Mod de lucru: se anesteziază ușor animalul cu nembital. Se fixează în aparat stereotaxic și se descoperă circumvoluția post-centrală (girus cruciatus posterior) (Vz. lucrarea 40). Se descoperă nervul sciatic la nivelul membrului posterior simetric, pe care-l aplicăm pe electrozi de stimulare. Se apropie electrodul de suprafața epidermei cu ajutorul cremalierii de deplasări macrometrice pe verticală, după care se deplasează micrometric. În tot acest interval, stimulatorul generează impulsuri supraliminale cu o frecvență



de 0,5-1Hz, iar oscilograful lucrează în regiă internă de lucru.

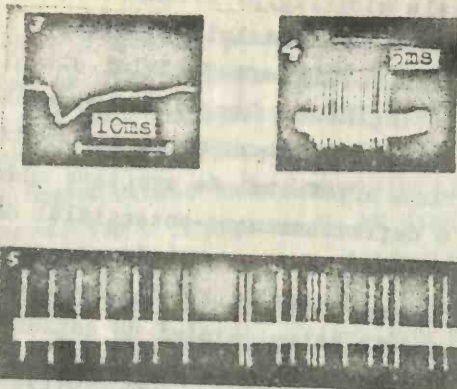


**Fig. 38.** Potențial postsinaptic inhibitor(3); 4 și 5-derivare extracelulară a descărcărilor ritmice a neuronilor corticali.

vității neuronilor corticali la o desfășurare mai lentă(4) sau mai rapidă(5).

Recomandări: se va desena schema instalației folosite. Se vor caracteriza fenomenele observate.

Intrebări de control: Cum apare potențialul de acțiune?

## 21. MECANISMUL TRANSMITERII SINAPTICE.

### POTENȚIALUL POSTSINAPTIC EXCITATOR ȘI INHIBITOR.

Transmiterea procesului de excitație de pe axonul unei celule nervoase, pe altă celulă nervoasă, sau de pe fibra nervoasă pe fibra musculară, are loc la nivelul sinapselor. Când un buton presinaptic, sub influența potențialului de acțiune, eliberează în spațiul subsinaptic o cantitate de mediator chimic excitator, membrana neuronului devine timp de aproximativ 1 msec. intens permeabilă pentru ionul de Na și K. În acest interval de timp, o cantitate de Na pătrunde în interiorul celulei, neutralizând o parte din potențialul de repaus; deci, potențialul din interiorul celulei, devine mai puțin negativ. Această modificare în potențialul de repaus, poartă denumirea de potențial postsinaptic excitator (EPSP), iar la nivelul fibrei musculare-potențial de placă terminală. În motoneuroni el persistă timp de 15 msec și are o perioadă de înjumătățire de 4 msec. Pentru ca EPSP să dea naștere potențialului de acțiune, el trebuie să atingă o valoare de prag, care pentru motoneuroni

În perioada "căutării" neuronilor excitați, se preferă a se folosi o viteză redusă de balaj, iar în momentul descoperirii neuronilor respectivi, viteză va fi mărită. Dacă prin străpungerea scoarței cu ajutorul microelectrodului, nu s-a descoperit un neuron în activitate se extrage electrodul și se repetă întregul procedeu; uneori se poate obține un rezultat bun, urmând același traiect al electrodului. În Fig. 38 sînt prezentate înregistrările activității

este de aproximativ 11 mV(modifică potențialul de repaus de la -70 mV, valoarea potențialului de repaus, la -59 mV, care va determina potențialul explosiv)(Fig.37,b).

Prin modificarea intensității excitantului, se modifică și amplitudinea EPSP, durata rămânând aceeași. Astfel când un neuron este supus bombardării simultane din partea unui număr tot mai mare de butoni terminali, EPSP care apare, reprezintă suma aritmetică a tuturor EPSP. Aceasta reflectă procesul de sumare spațială.

Fenomenul de sumare poate apare și în urma descărcării rapide succesive a aceluiași buton terminal, durata fiecărui EPSP fiind de 15 msec. Acest efect poartă denumirea de sumare temporară.

Potențialul postsinaptic inhibitor (IPSP), rezultă din secreția de către unele terminații presinaptice, a unui mediator chimic inhibitor. Se pare că mediatorul inhibitor, determină o creștere a permeabilității membranei pentru ionul de K și Cl, dar nu pentru  $\text{Na}^+$ . Datorită concentrației mărite în interiorul celulei, ionul de K pătrunde rapid spre exteriorul celulei, determinând o hiperpolarizare a membranei ( în celulele nervoase de la -70mV în repaus la -80mV, deci cu 10 mV mai negativ în interior). Acest potențial poartă denumirea de IPSP, care durează tot 15 msec ca și EPSP. IPSP reprezintă de asemenea un potențial local gradat (Fig.38,3).

Potențialul de plăcă terminală este analog cu EPSP. Obișnuit fiecare impuls nervos, care ajunge la nivelul joncțiunii neuromusculare, creiază un potențial de plăcă de 3-4 ori mai mare, decât cel necesar pentru apariția potențialului de acțiune. Unele substanțe, cum este curara, inhibă trecerea impulsului de la nivelul plăcii terminale în mușchi. Curara afectează membrana în așa fel încât acetilcolina nu poate mări suficient permeabilitatea membranei, care să inițieze o undă de depolarizare. Cu alte cuvinte potențialul de plăcă nu atinge valoarea de prag. Acțiunea curarei se pare că se exercită prin blocarea substanței receptoare a acetilcolinei de la nivelul plăcii terminale, substanță care este necesară pentru ca acetilcolina să-și poată exercita efectul asupra membranei.

În cele ce urmează se va descrie tehnica de înregistrare și de studiu a unor proprietăți ale potențialelor postsinaptice la nivelul plăcii motorii a fibrelor musculare striate la broască.

Echipament necesar: instalația pentru cercetări cu microelectrozi; micromanipulator; cameră umedă; microelectrozi de sticlă;



lupă binoculară; trusă de disecție; broască.

**Mod de lucru:** Se pregătește mușchiul sartorius de broască, cu nervul său motor. Se fixează mușchiul în extensie și se așează în camera umedă (Fig. 36). Cu ajutorul microscopului binocular (10X sau 20X), focalizat pe suprafața mușchiului, se observă răspîndirea ramificațiilor nervoase.

Aranjarea aparatelor, fixarea microelectrodului și introducerea lui în fibra musculară, se face ca în lucrarea 19. După introducerea electrodului în fibra musculară în apropierea plăcilor motorii, se aranjează oscilograful în poziția de lucru (viteza de baleiaj = 1 msec/cm). Se sincronizează stimulatorul cu oscilograful. Aranjăm nervul motor pe electrozi de excitare, pe care îi conectăm cu stimulatorul. Se aplică excitanți unici, se modifică amplitudinea impulsului și se observă pe ecranul oscilografului, apariția potențialului. Dacă prin aplicarea excitantului, apare pe oscilograf potențialul de acțiune, atunci se micșorează intensitatea excitantului, încît după excitant să apară numai potențialul de placă terminală (Vz. Fig. 37b).

Atunci cînd potențialul de placă nu este prea evident, în timp ce potențialul de acțiune se înregistrează bine, trebuie să modificăm localizarea microelectrodului, deplasîndu-l într-o zonă vecină sau la o adîncime mai mare. Obisnuit EPSP nu se înregistrează bine, atunci cînd microelectrodul pătrunde într-o zonă depărtată de placa motorie. Amplitudinea lui maximă se înregistrează în regiunea plăcii motorii.

Folosind curbele de etalonare, se determină pragul amplitudinii potențialului de placă, care generează potențialul autoproagat cît și durata potențialului local.

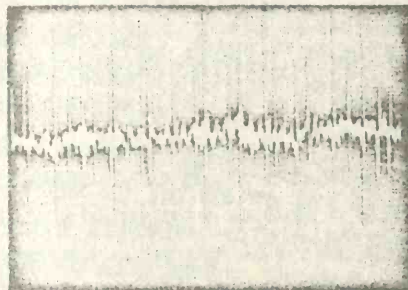
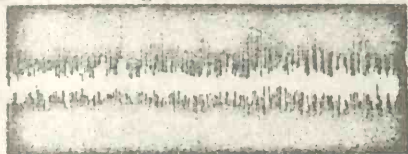
În vederea înregistrării potențialului de placă, se poate trata în prealabil fibra musculară cu clorură de tubocurarină (1 μg/ml) solvită în soluție Ringer. Cînd concentrația tubocurarinei este suficientă, mușchiul nu se contractă, în schimb potențialul de placă, care obisnuit nu este urmat de potențialul de acțiune, poate fi înregistrat din apropierea plăcilor motorii. Pentru observarea potențialului de placă, trebuie mărită sensibilitatea amplificatorului de deflexie pe verticală.

**Recomandări:** se va desena schema instalației și forma potențialelor observate. Se va explica mecanismul fenomenelor observate.

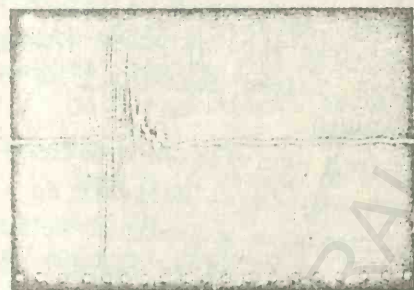
**Întrebări:** Ce mediatori chimici excitatori și inhibitori sînt?

## 22. ELECTROMIOGRAFIA.

Electromiografia reprezintă totalitatea procedeelor de studiu al activității electrice a mușchiului în cursul contracției reflexe sau voluntare la om și animale.



4



5

Fig. 39.1-electromiograma globală la om; 2-electromiograma elementară a m. biceps. La 2-amplificarea și desfășurarea, sînt de 2 ori mai mari. Amplitudinile mai mari sînt de la unități mai apropiate de placa motorie. B=EMG mușchiului după excitarea unică a nervului sciatic(1) și după curarizare(2). Timp-10 msec.

Electromiografia se practică obișnuit în cursul contracției izometrice, dar poate fi folosită și contracția izotonică. Înregistrarea grafică a activității electrice a mușchiului, poartă denumirea de electromiogramă (EMG).

Derivarea biopotențialelor se poate face cu electrozi de suprafață (electromiograma globală), sau electrozi implantați în mușchi (electromiografia elementară). Electromiografia elementară înregistrează potențialele de acțiune ale unităților motoare (în cazul unităților mari, cel puțin a pachetelor fibrelor musculare). Înregistrarea se efectuează cu ajutorul electrozilor coaxiali bipolari ale lui Adrian și Bronk (1929) (un ac de seringă, prin lumenul căruia trec pînă la vîrf două sîrme foarte fine, izolate cu lac între ele. Dezizolate sînt numai vîrfurile firelor. Peretele acului servește la fixarea electrozilor și la ecranarea lor). Electroful sterilizat în prealabil, este introdus în mușchiul studiat. Distanța dintre electrozi fiind de cîțiva microni, aceștia culeg diferențele de potențial care apar într-o zonă foarte redusă, adică în grupe de fibre ce compun o unitate

muschiului după excitarea unică a nervului sciatic(1) și după curarizare(2). Timp-10 msec.



motorie sau un pachet al unei unități motorii. Capetele exterioare ale electrozilor, sînt racordate la intrările în amplificatorul electromiografului. Potențialele amplificate apar pe ecranul oscilografului și pot fi înregistrate, alcătuiind KMG.

Mușchiul în repaus nu are activitate electrică. Într-o contracție voluntară slabă, apar numai potențiale de acțiune ale unei singure unități motorii. Traseul respectiv poartă denumirea de traseu simplu. Amplitudinea potențialului unității motorii este de 300-500  $\mu$ V. Durata potențialului este de 4-16 msec, fiind mai mare dacă unitatea este alcătuită din mai multe fibre (9-16 msec la m. deltoid) și mai mică în caz contrar (4-7,5 msec. la m. faciali). Forma potențialului este di- și polifazică, iar frecvența de 4-12 c/s.

Pe măsură ce mușchiul se contractă mai puternic, pe EMG se observă o creștere a frecvenței biopotențialelor unității motorii în activitate, dat totodată și apariția altor potențiale de acțiune mai puțin ample, din cauză că provin de la unități ceva mai îndepărtate de virful acului. În contracția izometrică de intensitate medie, se înregistrează descărcări cu frecvență de 20-30 c/s - traseu intermediar - iar contracția maximă produce descărcări cu frecvență de 20-50 c/s - traseu de interferență.

Electromiografia globală reprezintă activitatea electrică globală a unei contracții reflexe sau voluntare, derivată cu ajutorul a 2 electrozi cutanați situați deasupra mușchiului în activitate. În contracție slabă traseul apare sub formă de variații de potențial de amplitudine redusă și neregulată. Oscilațiile devin mai ample și mai regulate în contracția de intensitate medie și maximală, avînd alura unui ritm pseudosinusoidal (ritmul lui Piper), format din oscilații ample cu frecvență de aproximativ 50 c/s, pe care se suprapun croșete de amplitudine redusă avînd o frecvență de 200-500 c/s. Asupra amplitudinii potențialelor, ce alcătuiesc EMG globală, intervin numărul de unități motorii în activitate, impedanța țesutului și suprafața de derivare a electrozilor.

Electromiografia se utilizează în clinică pentru diagnosticul afecțiunilor neuro-musculare. Deseori se înregistrează EMG în urma excitării subtegumentare a nervilor. Aceasta permite diagnosticarea și diferențierea afecțiunilor de tipul fasciculației (contracția spontană a fasciculelor musculare) de tipul fibrilației (contracția spontană a fibrelor musculare izolate). Cu ajutorul acestei metode pe baza gradului de sincronizare a potențialului de acțiune

se poate diferenția atrofia neurogenă ca urmare a leziunii nervului, de atrofia cauzată de leziunea motoneuronilor.

Amplitudinea descărcărilor poate da indicații cu privire la afectarea transmiterii neuro-musculare.

### 1. Electromiografia globală la om

Echipament necesar: electromiograf; greutate de 1,3,5 Kg; electrozi de piele (2x2 mm); pastă de electrozi; alcool; vată; leucoplast.

Mod de lucru: pentru înregistrare, se preferă la om mușchiul biceps. Se tratează tegumentul deasupra mușchiului cu alcool 96% iar apoi cu o pastă specială pentru micșorarea rezistenței dintre electrozi. Electrozii înveliți în tifon, se îmbibă cu soluție salină 20%, se fixează cu leucoplast deasupra mușchiului și se măsoară rezistența dintre electrozi. De regulă ea nu trebuie să depășească 40-50 K $\Omega$ . Se fixează amplificarea aparatului în așa fel încât la o contracție maximă a mușchiului (ridicând o greutate de 5 Kg), mărimea potențialelor să nu depășească zona de lucru a ecranului. Se înregistrează semnalul de calibrare a amplificării. Subiectul este solicitat să ridice o greutate de 1 sau 3 kg. Se observă pe ecranul oscilografului, descărcări de biopotențiale, care apar în momentul contracției mușchiului.

Se înregistrează potențialul la începutul travaliului, după 2-3 minute și după oboseala mușchiului.

După 5-10 minute de odihnă, se repetă înregistrarea biopotențialelor în timpul ridicării unei greutăți mai mari (3 sau 5 kg). De observat creșterea amplitudinii și frecvenței biopotențialelor în timpul mișcării. Forța de contracție se evidențiază bine în contracția izometrică pentru obținerea căreia, experimentatorul se va opune deplasării pîrghiei osoase acționate de mușchiul explorat.

La sfîrșitul experienței se înregistrează din nou semnalul de calibrare și timpul.

### 2. Electromiografia elementară la om:

Echipament necesar: același ca la punctul 1 și în plus electrozi coaxiali Adrian-Bronk.

Mod de lucru: se sterilizează electrodul și se dezinfectează regiunea de explorat. Se introduce electrodul în masa musculară, urmărind pe ecranul electromiografului apariția unor slabe descărcări, produse în unitățile motorii pe care acul le străbate. Se invită subiectul să contracte mușchiul explorat. Contracția poate fi izotonică, dar se preferă investigarea în contracție izometrică progresivă, experimentatorul opunîndu-se mișcării pîrghiei osoase



acționate de mușchiul respectiv.

În repaus, după o perioadă de adaptare a mușchiului la înțeparea cu electrodul coaxial, nu apar modificări electrice, dacă unitatea motorie este normală.

În contracție slabă se observă un traseu simplu (4-12 c/s); în contracție medie se înregistrează descărcări cu frecvența de 20-30 c/s-traseu intermediar, iar în contracție maximală se observă descărcări cu frecvența de 20-50 c/s-traseu de interferență. De observat modificarea în paralel și a amplitudinii (Fig.39).

### 3. Înregistrarea electromiogramei la animale în experiment acut.

Echipament necesar: electromiograf; electrozi coaxiali; stimulator; electrozi pentru excitarea nervului; trusă de instrumente; pisică sau gobolan.

Mod de lucru: animalul anesteziat se fixează pe masa de operație. Se secționează tegumentul pe suprafața internă a coapsei și se izolează n.sciatic. Capătul central al nervului se secționează și se aplică pe electrozi. Se excită nervul cu o frecvență de 0,5-1 Hz (durata impulsului-0,5-1msec), și intensitate care să determine o contracție evidentă. Se introduce electrodul în mușchi și se înregistrează biopotențialele, care apar prin excitația nervului.

Se lezează nervul mai jos de electrozii de excitație și se observă dispariția biopotențialelor musculare.

Se poate injecta intravenos o substanță curarizantă, după trecerea prealabilă a animalului la respirația artificială și să se observe blocarea transmiterii excitației (Fig.39 B2)

Recomandări: se va desena schema instalației pentru derivarea biopotențialelor musculare. Se va întocmi protocolul experienței.

Întrebări: Ce se înțelege prin electromiogramă globală și elementară? Cum se explică creșterea frecvenței și amplitudinii biopotențialelor musculare în timpul unui travaliu intens? De ce trebuie trecut în prealabil animalul la respirația artificială, înainte de a injecta substanța curarizantă?

## 23. VITEZA DE TRANSMITERE A INFLUXULUI NERVOS PRIN NER.

La nivelul nervului, potențialul de acțiune apare în zona de aplicare a excitantului. Odată apărut, potențialul de acțiune se răspîndește cu o anumită viteză în tot lungul nervului prin curenți locali descriși de Hermann (fibre amielinice) sau în mod saltator (fibre mielinice).

Viteza de transmitere a impulsului nervos, depinde de diametrul fibrei nervoase. În general la fibrele mielinice, diametrul în microni înmulțit cu 6 ne dă viteza în m/sec.

Viteza depinde de faptul dacă fibra nervoasă este mielinică sau amielinică. De ce?

Viteza mai depinde și de animal (mult mai mare la homeoterme decît la poikiloterme pe axoni de același tip și cu aceeași grosime).

Un nerv periferic mixt conține mai multe grupe de fibre, care după grosime se împart în următoarele tipuri: A alfa, beta, gama și delta, B și C. Caracteristicile și vitezele de conducere pentru diferite categorii de fibre sînt redate în tabelul de mai jos.

CARACTERISTICILE VITEZEI DE CONDUCERE A FIBRELOR NERVOASE

| Tipuri de fibre | Diametrul fibrei $\mu$ | Grosimea          | Viteza de conducere m/s |                   | Funcția                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                        |                   | Poikiloterme (20°C)     | Homeoterme (37°C) |                                                                                                                                                                                          |
| A alfa          | 10-20                  | groase<br>subțiri | 20-40                   | 60-120            | fibre motorii și aferente ale fusului muscular<br>fibre de la receptorii tactili cutanați<br>fibre eferente intrafusale musculare<br>fibre de la receptorii termici și dureroși cutanați |
| beta            | 7-15                   |                   | 15-30                   | 40-90             |                                                                                                                                                                                          |
| gama            | 4-8                    |                   | 8-15                    | 30-45             |                                                                                                                                                                                          |
| delta           | 2,5-5                  |                   | 5-9                     | 15-25             |                                                                                                                                                                                          |
| B               | 1-3                    | mai subțiri       | 2-6                     | 3-5               | fibre preganglionare vegetative                                                                                                                                                          |
| C               | 0,3-1,5                | f. subțiri        | 0,3-0,8                 | 0,5-2             | fibre postganglionare simpatice                                                                                                                                                          |

(după Keidel)

Viteza de transmitere a impulsului nervos depinde într-o mare măsură de starea funcțională a nervului. Odată cu intensificarea proceselor metabolice din nerv, are loc o creștere a conductibilității. În condiții neprielnice (oboseala, răcirea, narcoza) conductibilitatea diminuează. La mamifere blocarea reversibilă a conduc-



tibilității și excitabilității, se produce sub  $15^{\circ}\text{C}$  până la  $5^{\circ}\text{C}$ . La poikiloterme temperatura minimă este de  $+2-3^{\circ}\text{C}$ .

Viteza de transmitere a influxului nervos prin nerv, se modifică în perioada dezvoltării postembrionare (10 m/sec la pui de pisică de 4 zile și respectiv 60 m/sec la 78 zile) și coincide cu mărirea diametrului fibrelor nervoase.

Viteza de transmitere a influxului nervos a fost măsurată pentru prima dată de către Helmholtz (1850) prin metoda galvanometrică și ulterior miografică. Metoda miografică se bazează pe înregistrarea perioadelor latente a două contracții succesive, obținute în urma excitării nervului motor în porțiunea distală (B Fig. 40) și respectiv proximală (A Fig. 40). Diferența dintre perioadele latente a celor două contracții (t), este determinată de timpul necesar influxului nervos pentru a parcurge spațiul dintre punctele A și B. Cunoscând această distanță (S) și timpul necesar parcurgerii (t), se află viteza:  $V=S/t$ . Se exprimă în metri pe secundă. Prin suprapunerea contracțiilor, apare mai evident diferența dintre perioadele latente.

Metodele actuale de măsurare a vitezei influxului nervos, se bazează pe determinarea oscilografică a perioadelor latente a potențialului de acțiune.

Echipament necesar: kimograf cu viteză mare; roata dințată întrerupător; semnal electromagnetic; miograf; bobina de inducție; cheia Pohl; 2 excitatoare; întrerupător cu mercur; diapazon electric; sursă de curent; trusă de disecție; soluție fiziologică; broască.

Mod de lucru: se montează circuitul de excitare, folosit la înregistrarea perioadei latente, cu deosebirea că în circuitul primar se montează o roată dințată întrerupătoare, care se cuplează la roata dințată cu același număr de dinți de pe kimograf, iar în circuitul secundar se introduce cheia Pohl, care va permite comutarea succesivă a curentului spre excitatorul distal și respectiv proximal (Fig. 41). Timpul se înregistrează cu ajutorul diapazonului electric, folosind schema cunoscută.

Se lucrează pe preparatul sciatic-gastrocnemian de broască. După racordarea mușchiului la miograf, se aplică un excitator mai aproape de mușchi, iar al doilea - la o distanță de cel puțin 5 cm față de primul excitator. Se măsoară distanța dintre excitatori (S).

Se alege o intensitate a excitantului, care să dea contrac-

ții maxime la excitarea prin ambii excitatori, iar curentul indus la închidere să fie sub prag. După aranjarea penițelor înscris-

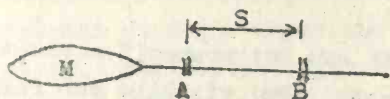


**Fig.40.** Aranjarea electrozilor în poziția proximală(A) și distală(B).

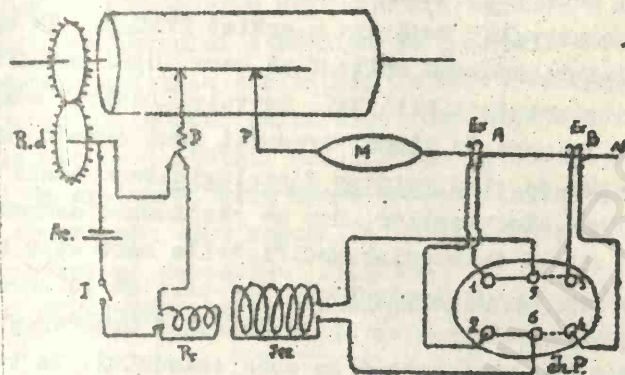


**Fig.41.** Aranjarea aparatelor pentru înregistrarea vitezei de transmitere a impulsului nervos. Ch.P=cheia Pohl.

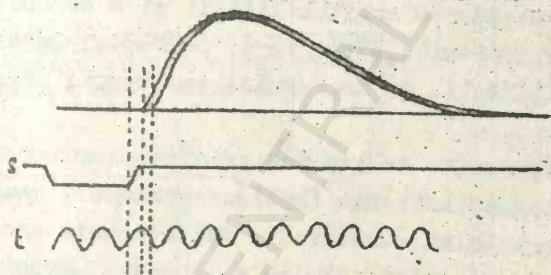


**Fig.42.** Înregistrarea grafică a diferenței dintre cele două perioade latente, în vederea calculării vitezei de conducere a impulsului nervos.

la diferența dintre ele(t)(Fig.42). Se va nota distanța dintre excitatori(S). De calculat viteza influxului nervos în m/sec.

**Intrebări de control:** Care este mecanismul conducerii excitației? Care este viteza de conducere a excitației și care sînt factorii, care o influențează?

toare la același nivel de plecare, se pornește kimo-graful și cu o mînă manipulăm întrerupătorul (I) circuitului de excitare, iar cu cealaltă-cheia Pohl. Închidem circuitul și după ce se înregistrează o contracție, dată de excitarea nervului în punctul distal, comutăm curentul cu cheia Pohl la excitatorul proximal, înregistrăm cea de a doua contracție, după care întrerupem circuitul de excitare. Înscrim timpul cu ajutorul diapazonului electric.

#### Recomandări:

se va delimita perioada latentă a celor două contracții și se va calcu-



## 24. ELECTROTONUSUL FIZIOLOGIC.

În momentul închiderii sau întreruperii circuitului electric la nivelul nervului apar modificări vizibile sub forma potențialului de acțiune. Dacă curentul continuu circulă un timp mai îndelungat prin nerv, el nu cauzează modificări vizibile ale procesului de excitație. Totuși curentul continuu provoacă variații mari în starea funcțională a nervului. După cum a arătat Pflüger, în apropierea polilor curentului continuu aplicat pe nerv, apar modificări ale excitabilității și conductibilității nervului. Acestui complex de fenomene, ce apar în nerv în timpul trecerii unui curent continuu, s-a dat denumirea de electrotonus fiziologic. Fenomenele electrotonice apar în zona electrozilor, dar se răspîndesc decremențial atât extrapolar cât și intrapolar. Modificările care apar la catod poartă denumirea de catelectrotonus, iar cele de la anod - anelectrotonus. Catelectrotonusul se caracterizează prin creșterea excitabilității și conductibilității în zona catodului, în timpul închiderii circuitului electric continuu; la întreruperea circuitului electric are loc o scădere a excitabilității și o diminuare a conductibilității nervului. Anelectrotonusul se caracterizează prin fenomene inverse: scăderea excitabilității și a conductibilității la închiderea circuitului electric și o creștere a excitabilității și conductibilității, în momentul întreruperii circuitului electric.

Fenomenele electrotonice se explică prin depolarizarea (catelectrotonusul) sau hiperpolarizarea (anelectrotonusul) membranelor în timpul trecerii curentului electric. În felul acesta excitarea nervului în apropierea catodului, devine mai ușoară, datorită diminuării potențialului de membrană; în zona anodului are loc o creștere a potențialului de membrană, ceea ce necesită un curent mai puternic pentru a reduce valoarea potențialului de repaus la valoarea critică, care să genereze potențialul de acțiune.

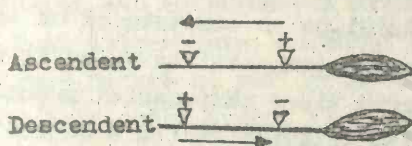
Modificarea conductibilității în același sens cu excitabilitatea, se explică prin aceea că ambele proprietăți au la bază un mecanism comun, acela de depolarizare a membranei.

Modificările excitabilității și conductibilității, descrise mai sus, sub influența curentului electric continuu, nu se observă în toate condițiile experimentale. Dacă acțiunea curentului este foarte lungă durată, sau de intensitate mare, atunci excitabilitatea

tea crescută de la catod, scade rapid la nivelul de plecare, după care diminuează pînă la dispariția completă (depresiunea catodică Verigo). În aceleași condiții experimentale, modificări în sens invers suferă și excitabilitatea segmentului anodic al nervului—după diminuarea inițială, revine la nivelul de plecare.

Fenomenele electrotonice pot fi demonstrate prin metode miografice, comparînd valorile de prag ale excitanților pentru nervul normal, cu pragurile obținute din segmentul catodic și segmentul anodic al nervului străbătut de curentul electrotonizant (continuu). Deoarece apariția excitației în nerv o evidențiem prin contracția mușchiului, aducem polul electrodului, sub care analizăm modificările excitabilității, mai aproape de mușchi; în felul acesta, procesul de excitare, care apare sub excitator, nu are nici o piedică în drumul său spre mușchi. În acest scop vom lucra pe rînd în curent ascendent și descendent (Fig. 43).

Echipament necesar: kimograf; electrozi impolarizabili; excitator;



bobină de inducție; întrerupător; cheia Pohl; sursă de curent; trusă de disecție; miograf, broasca.

Mod de lucru: aranjăm circuitul electric pentru determi-

**Fig. 43.** Aranjarea electrozilor pentru curent electrotonizant ascendent sau descendent.

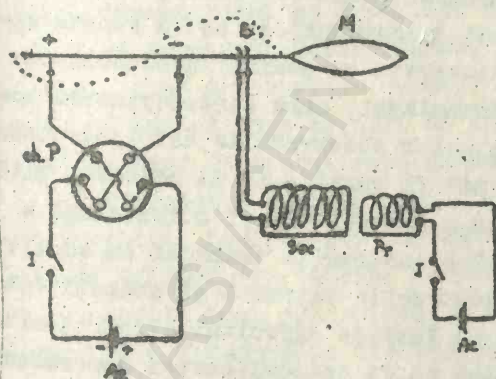


**Fig. 44.** Instalarea aparatelor pentru cercetarea electrotonusului în curent descendent.

narea pragului de excitare. Pentru curentul electrotonizant, aparatele se aranjează ca în Fig. 44. Cheia Pohl va servi ca inversor al sensului curentului, motiv pentru care se păstrează barele de legătură ale bornelor laterale. Bornele de la acumulator se racordează la bornele centrale ale cheii Pohl iar de la o pereche de borne laterale, ducem curentul la electrozii impolarizabili. Schimbînd comutatorul cheii Pohl de la o pereche de borne laterale la cealaltă, schimbăm sensul curentului electrotonizant.

Se pregătește preparatul sciatic-gastrocnemian de broască.



Legăm m.gastrocnemian de penița miografului și aplicăm pe nerv cei 2 electrozi impolarizabili la distanță unul de altul (De ce?) În apropierea electrodului impolarizabil proximal, punem nervul pe excitatorul circuitului de determinare a pragului.

Determinăm inițial pragul de excitare la curent indus și înregistrăm contracția de prag (Vz. lucrarea 7). Pentru simplificare, înregistrarea poate fi înlocuită cu observarea vizuală a gradului de contracție a mușchiului. După ce s-a determinat pragul, închidem circuitul electrotonizant și măsurăm din nou excitabilitatea aceluiași segment de nerv. Dacă în apropierea excitatorului se află catodul, excitabilitatea nervului va fi mărită (contracția mușchiului va fi mai mare la aceeași intensitate a excitantului) și pentru a obține numai contracția de prag, va trebui să depărtăm bobinele între ele. De notat valoarea noului prag.

Aducem bobina secundară la valoarea pragului inițial (nerv normal) după care întrerupem curentul electrotonizant și determinăm valoarea pragului în zona catodului. Se va constata că un scurt interval de timp de la întrerupere, excitabilitatea va fi diminuată, ceea ce se exteriorizează prin lipsa răspunsului mușchiului la intensitatea de prag stabilită anterior. Pentru a obține contracție de prag, este nevoie de a mări intensitatea curentului indus. După un timp de la întreruperea curentului electrotonizant, excitabilitatea nervului revine. Se va verifica.

Se va schimba sensul curentului electrotonizant, aducând anodul mai aproape de mușchi (curent ascendent) și se va repeta experiența ca mai sus. Efectele observate cu ocazia închiderii sau întreruperii curentului electrotonizant, care caracterizează anelectrotonusul, vor fi inverse celor observate la catelectrotonus.

Fenomenele electrotonice pot fi verificate și printr-o altă variantă experimentală: se alege o intensitate și o frecvență a curentului indus, care provoacă o contracție tetanică cu amplitudine redusă. Se înregistrează contracția tetanică și concomitent (fără întreruperea excitării) se închide circuitul electrotonizant. Dacă în apropierea excitatorului va fi catodul (curent descendent), se va observa o creștere evidentă a contracțiilor musculare. După întreruperea circuitului electrotonizant, se va observa o curbă descendentă a tetanosului, după care forța de contracție revine treptat. Schimbând sensul curentului electrotonizant (ascendent), se va repeta experiența.

Recomandări: pe graficele obținute, se vor nota valorile pragurilor de excitare a nervului și tipul de electrotonus. Pe baza rezultatelor obținute din ambele variante experimentale, se vor trage concluziile corespunzătoare.

Intrebări: Ce se înțelege prin electrotonus? Pot fi întâlnite în organism, în condiții naturale, fenomene electrotonice? Explicați mecanismul apariției cat- și anelectrotonusului de pe poziția teoriei membranei a excitației.

## 25. LEGILE CONTRACTIEI ALE LUI PFLÜGER

Aceste legi stabilesc modul de răspuns al mușchiului în urma acțiunii curentului continuu asupra nervului său motor. Reacția mușchiului depinde de intensitatea curentului, (slab, medie sau puternică), sensul curentului (ascendent sau descendent) cât și de închiderea sau întreruperea circuitului polarizant (continu).

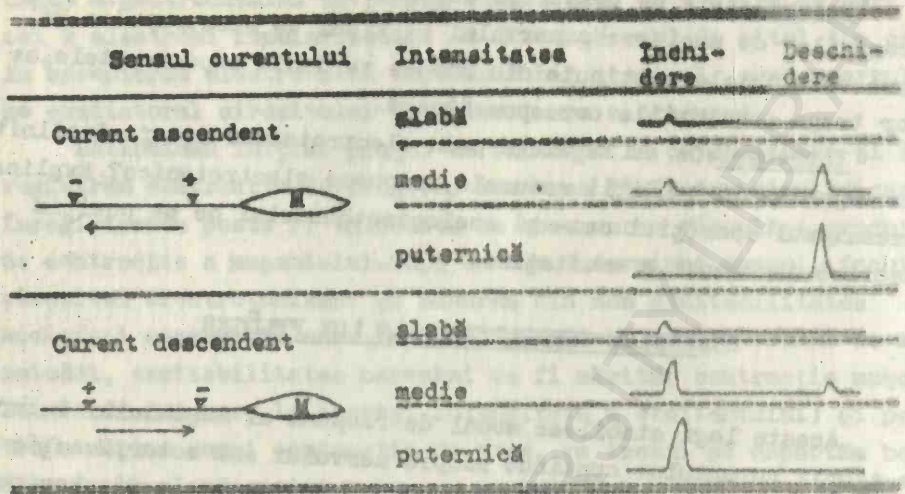
După intensitate, curentul se divide convențional în 3 categorii, care diferă nu atât prin valoarea absolută, cât după importanța sa fiziologică. Curent slab este considerat un curent de prag, care generează pentru prima dată un efect contractil minim; curent mediu este un curent ceva mai puternic, iar curent puternic (sau forte) - un curent ce determină modificări electrotonice profunde, ce duc la dispariția conductibilității (secțiune fiziologică).

Convențional se deosebesc două sensuri ale curentului: descendent și ascendent. Curent descendent este considerat sensul curentului, când mai aproape de mușchi se află catodul, curentul ca și cum ar coborî spre mușchi (de la plus la minus). În curent ascendent mai aproape de mușchi este plasat anodul.

Dependența rezultatului excitării de intensitate și sens a curentului, își găsește expresia în legile contractiilor, stabilite de Pflüger (vz. tabelul pe verso).

Aceste legi se explică pe baza legii excitației unipolare (Pflüger) și a fenomenelor electrotonice. Legea excitației unipolare stabilește că: 1) - la închiderea curentului continuu, excitația apare totdeauna la catod; 2) - la întreruperea circuitului continuu, excitația apare în zona polului pozitiv (anod); 3) - pentru aceeași intensitate de curent, acțiunea excitantă la închidere (catod) este mai puternică decât la deschidere (anod).





Conform legii contracției, un curent slab, atât ascendent cât și descendent, determină contracția musculară numai la închiderea circuitului. Aceasta se explică prin aceea că catelectrotonusul de închidere, este din punct de vedere fiziologic mai puternic decât anelectrotonusul de deschidere. Prin urmare, la un curent slab, unui catelectrotonus de prag îi corespunde un anelectrotonus subliminal.

Odată cu mărirea intensității curentului, are loc o accentuare a fenomenelor electrotonice: anelectrotonusul atinge mărimi de prag și supraliminale, fiind cauza apariției efectului contractil și la întreruperea curentului continuu.

Prin folosirea curenților puternici, un rol deosebit în apariția efectelor contractile, joacă modificările excitabilității și a conductibilității în nerv. Astfel la curenți descendenți foarte puternici, se obține răspuns numai la închidere, deoarece la deschidere, impulsurile apărute la anod, sînt blocate de depresiunea catelectrotonică din apropierea mușchiului. Cu curenți ascendenți puternici, excitarea mușchiului are loc numai la deschidere, deoarece la închidere impulsurile sînt oprite de depresiunea anelectrotonică în apropiere de mușchi.

**Echipament necesar:** sursă de curent continuu; reostat cu cursor cheie Pohl; electrozi impolarizabili; întrerupător; trusă de disecție; soluție fiziologică; broască.

1 de lucru montează circuitul electric pentru excitare

cu curent galvanic (curent continuu) (Fig. 45). Pregătim electrozi

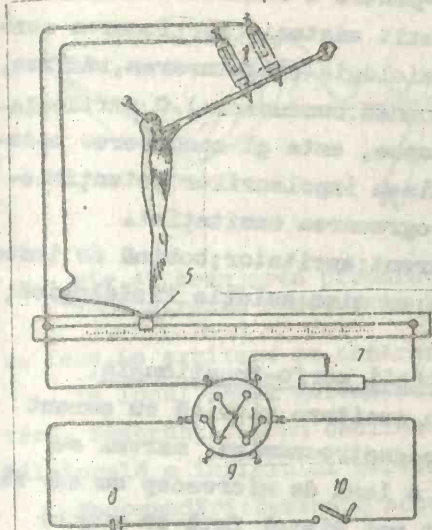


Fig. 45. Instalația pentru demonstrarea legilor contracției ale lui Pflüger. 5=cursorul reostatului (7); 9=cheia Pohl. 1=electrozi impolarizabili.

impolarizabili. Se pregătește preparatul sciatic-gastrocnemian. Se pune nervul sciatic într-o cameră umedă, sau pe lamă de microscop cu ser fiziologic, pe care se aplică electrozi impolarizabili la distanță unul de celălalt.

Se pune cursorul reostatului, într-o poziție, care include în circuit toată rezistența. Cu cheia Pohl aranjăm un curent descendent. Deplasând treptat cursorul reostatului și închizând și deschizând circuitul electric, vom afla o intensitate de curent care provoacă contracția de prag a mușchiului. De remarcat că efectul apare numai la închiderea circuitului. Mărind intensitatea

curentului, prin deplasarea cursorului, și închizând și deschizând circuitul, se obține o intensitate medie de curent, care dă contracții atât la închidere cât și la deschidere; contracția de deschidere fiind ceva mai slabă. Se va aduce curentul la o intensitate forte și se va observa dispariția contracției la deschiderea circuitului, contracția la închidere fiind puternică.

Se va schimba sensul curentului continuu, cu ajutorul cheii Pohl și se va repeta experiența în același ordine ca mai sus.

Întrebări: Ce sînt legile contracțiilor ale lui Pflüger?

## 26. LEGILE CONDUCERII INFLUXULUI NERVOȘ.

Fibrale nervoase, care alcătuiesc împreună un nerv, conduc influxul nervos după următoarele legi: 1)-legea conducerii izolate, înțelegîndu-se prin aceasta, proprietatea fiecărei fibre de a conduce exclusiv și independent impulsurile proprii, care nu difuzează asupra fibrelor vecine; 2)-legea conducerii indiferente,



adică în ambele sensuri în raport cu zona excitată; 3)-legea integrității anatomice și fiziologice-pentru a conduce influx nervos, nervul trebuie să fie integrat atât anatomic (secționarea nervului suprimă conducerea) cât și fiziologic (ligaturarea, răcirea, anestezierea locală a nervului, blochează conducerea). O particularitate a conducerii în fibrele nervoase, este și conducerea nedecrementală, în sensul că amplitudinea impulsurilor potențialelor de acțiune, nu diminuează cu progresarea excitației.

Echipament necesar: sursă de curent; excitator; bobină de inducție; întrerupător; lamă de microscop; amoniac; soluție fiziologică; broască.

Mod de lucru: 1-Legea integrității morfo-funcționale:

Se instalează aparatele pentru excitare ritmică cu curent indus. Se prepară preparatul sciatic-gastrocnemian, nervul se așază într-o cameră umedă, sau pe o lamă de microscop cu ser fiziologic și se aplică excitatorul cât mai distal față de mușchi (Fig.46).

Se alege o intensitate de curent supraliminală și se verifică efectul (contractia mușchiului).

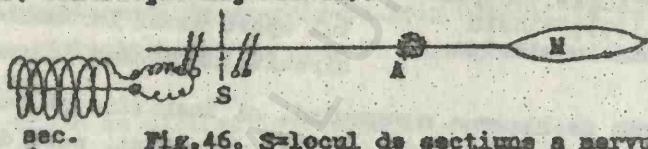
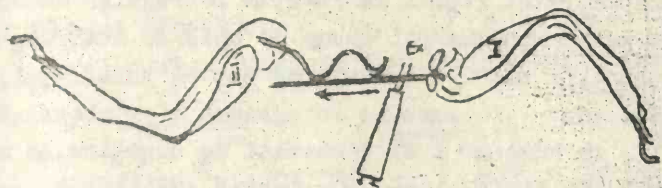


Fig.46. S=locul de secțiune a nervului; A=anestezie.

Se secționează sciaticul (S) iar capetele secționate ale nervului se pun în contact. Se excită nervul pe o zonă distală față de secțiune, când nu se obține efect motor. Ce demonstrează această experiență? Se aplică excitatorul pe porțiunea proximală a nervului și se excită. Mușchiul se contractă. Se aplică o picătură de amoniac pe o zonă a nervului cuprinsă între mușchi și excitator. După un timp se verifică conductibilitatea nervului. Ne va convinge de dispariția contractiei mușchiului. Se îndalătură picătura de amoniac și se spală de câteva ori zona respectivă cu soluție fiziologică. Se va excita din nou nervul. Ce efect se obține? După refacerea completă a conductibilității, aplicăm o ligatură pe nerv între excitator și mușchi și verificăm dispariția conductibilității nervului.

În practica medicală distrugerea integrității anatomice a nervului, se întâlnește în cazurile de secționare a nervilor, iar cea fiziologică-prin comprimarea lor (tumori, calus vicios etc.)

2. Legea conducerii indifferente: se prepară 2 labe galvanoscopice. Aranjăm nervul



celelalte de a doua labe, ca să atingă suprafața primului nerv în două puncte (Fig. 47). Aplicăm excitatorul pe nervul primei labe, între mușchi și nervul celei de a do-

Fig. 47. Aranjarea preparatelor pentru demonstrarea conducerii indifferente.

ua labe. La excitare se contractă și laba a doua. De ce?

În locul labei galvanoscopice, se pot aplica electrozi de derivare, racordați la un osciloscop, care va evidenția propagarea bilaterală a influxului nervos.

Recomandări: Desenați schema instalației folosite.

Întrebări: Cum explicați polarizarea funcțională a neuronului și legea conducerii indifferente?

### CAPITOLUL III

#### FIZIOLOGIA SISTEMULUI NERVOUS CENTRAL.

Unitatea structurală și funcțională de bază a țesutului nervos o constituie neuronul. Totuși proprietățile sistemului nervos central (SNC), nu rezultă dintr-o însumare mecanică a proprietăților elementare ale numărului imens de neuroni, ce intră în alcătuirea lui. Aici își găsește reflectarea una din legile de bază ale dialecticii: legea trecerii de la schimbări cantitative în schimbări calitative.

La nivelul SNC fiecare neuron nu acționează separat, ci în cadrul unui sistem organizat de neuroni. Sistemele neuronale elementare intră în alcătuirea altor sisteme mai complexe, care la rândul lor participă la alcătuirea sistemelor și mai complicate. În felul acesta complexitatea morfo-funcțională a creierului, este cauzată atât de mecanismele proceselor, ce se desfășoară la nivel celular, cât și de organizarea sistemelor neuronale și a legăturilor dintre ele.

Studiile fiziologice ale SNC au demonstrat că funcțiile cele



mai complicate ale organismului, rezultă din activitatea integre-toare a întregului SNC. Gîndirea, memoria, formarea actelor com-plexe de comportament, sînt legate de funcția întregului SNC. Sis-temul nervos este unic prin numărul imens de acte de control, pe care le poate efectua. El poate primi mii de bit de informații, ve-nite prin diferite canale, pe care le integrează și elaborează programul acțiunii, ce urmează a fi efectuată de organism. De aceea cercetările actuale ale fiziologiei SNC, îmbină explicarea legilor generale ale activității SNC, cu cercetarea mecanismelor care stau la baza sa.

În studiul experimental al SNC, se utilizează metode complexe, din care mai importante sînt:

1-studiul reflexelor condiționate și necondiționate ale anima-velor și omului;

2-lezarea sau extirparea chirurgicală a diferitelor porțiuni ale SNC, urmată de observarea activității organismului;

3-excitarea electrică sau chimică a unor formațiuni nervoase, urmată de analiza reacțiilor periferice;

4-studiul Biopotențialelor de la nivelul diferitelor etaje ale sistemului nervos, în diferite condiții experimentale.

Deseori pentru concluzionarea fermă a rezultatelor, este nece-sară combinarea diferitelor metode experimentale.

## 27. ANALIZA ACTULUI ȘI ARCULUI REFLEX.

Prin act reflex se înțelege reacția de răspuns a organismului la acțiunea unui excitant, realizată cu participarea sistemului nervos central. Baza anatomică a actului reflex, este arcul reflex, care în cea mai simplă formă constă din: a)-o cale aferentă (centri-petă) formată dintr-un organ receptor, la nivelul căruia apare po-tențialul receptor și neuronul senzitiv, care prin prelungirile sale transmite impulsul nervos la sistemul nervos central. La refle-xele medulare, corpurile celulare ale neuronilor aferenți se află în ganglionii spinali de pe rădăcinile posterioare ale nervilor rahidieni; b)-o cale eferentă (centrifugă) constituită din axonul neuronului motor sau secretor, care conduce impulsurile de la SNC la efector (mușchi, glandă). În cazul arcurilor reflexe spinale soma-totoare, axonii neuronilor eferenți, părăsesc măduva prin rădă-cinile anterioare. Corpul lor celular se află în coarnele anterioa-

re(motoneuronii alfa și gama); c)-un centru nervos situat în substanța cenușie a SNC, constituit din corpul celular și dendritele neuronului eferent și sinapsa cu prelungirea centrală a neuronului aferent (Fig.48).

Arcul reflex poate fi bineuronal (monosinaptic) și plurineuronal(polisinaptic).

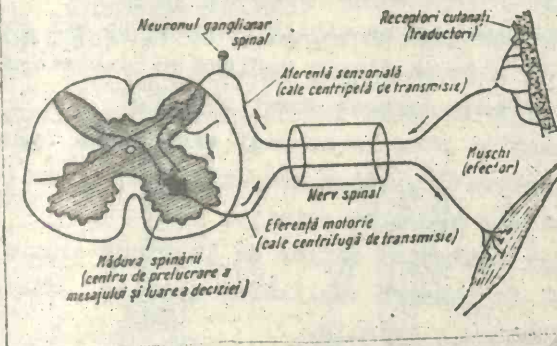


Fig.48.Schema unui arc reflex.

Pentru a avea loc un act reflex, este necesară integritatea morfo-funcțională a arcului reflex.

Material necesar:  
stativ pentru suspendat animalul; novocaină 4%; acid acetic 5%; cronometru capsule; pahare cu apă; trusă de disecție; broască.

Mod de lucru: se pregătește o broască spinală (secționarea rădăcinii superioare la nivelul comisurilor bucale), lăsând intactă numai măduva spinării. Se suspendă broasca pe un stativ, cu ajutorul unui cîrlig metalic introdus în mandibulă. Extirparea creierului este urmată de o perioadă de flaciditate musculară (șoc spinal), care la broască poate dura câteva minute (10-15 minute). În perioada șocului spinal, nu pot fi provocate acte reflexe (verificați, presind cu o pensă diferite părți ale corpului).

-1: se pun într-o capsulă aproximativ 10 ml soluție acid acetic 5%. Se introduce capsula sub unul din picioarele posterioare și se ridică în sus, pînă cînd vârful celui mai lung deget atinge soluția. După câteva momente se observă că broasca își îndoaie piciorul excitat. Acesta este un act reflex simplu.

-2: se înfășoară laba posterioară cu un manson de vată imbibat cu anestezic (novocaină) și se lasă aproximativ 20 minute, timp în care are loc anestezierea tuturor receptorilor tegumentari. După acest interval se înmoaie din nou vârful degetului în soluția de acid acetic 5%, cînd vom observa că reflexul de flexie a dispărut. De ce? Zona anesteziată se spală cu apă timp de 15 minute, după care reapare reflexul.

-3: La aceeași broască, se descoperă nervul sciatic pe o distanță de 1,5-2 cm. Introducem sub nerv un fir de ață, fără a-l în-



nada. Producem un reflex de flexie, excitând chimic receptorii de pe virful degetului. După aceasta, ajutându-ne de firul de ață, introducem sub nerv un tampon de vată îmbibat cu anestezic (se poate folosi și cloroform). După fiecare minut se testează prezența reflexului. Se va nota timpul dispariției reflexului la excitația chimică, ca urmare a paralizării fibrelor senzitive din nervul sciatic mixt. Imediat după aceasta se excită tegumentul mai sus de nivelul narcotizării și se observă flexia reflexă și a piciorului cu nervul exteriorizat. Ce demonstrează acest răspuns?

În continuare se va nota momentul cînd la aceeași excitație a tegumentului, dispăre reacția piciorului, adică momentul anestezierii complete a filetelor motorii ale nervului sciatic.

Demonstrarea necesității prezenței căilor de legătură dintre centrul nervos și periferia, în vederea realizării actelor reflexe, se poate face și prin secționarea n. sciatic.

-4: ne convingem de prezența reflexului de flexie, după care distrugem măduva spinării, cu un ac de paralizat. Se va observa dispariția tuturor reflexelor. Ce demonstrează această parte experimentală?

Recomandări: Se va desena schema experienței. Pe baza experiențelor efectuate, se vor trage concluziile.

Intrebări: Poate un arc reflex cuprinde 2 sau mai mulți neuroni intercalari?

## 28. DETERMINAREA TIMPULUI REFLEX DUPĂ TURK

Prin timp reflex, sau perioada latentă a reflexului, se înțelege timpul care se scurge din momentul aplicării excitantului pe receptor, pînă la apariția actului reflex. El este determinat de: 1)-timpul necesar apariției la nivelul receptorului a potențialului receptor(generator), care generează influxul nervos(potențialul de acțiune), conducerea influxului nervos pe cale aferentă în centrul nervos; 2)-propagarea excitației la nivelul centrului; 3)-timpul de transmitere a excitației pe cale eferentă; 4)-timpul necesar efectuării răspunsului din partea efectorului. Obșnuit cea de a doua componentă, necesită un timp mai îndelungat, datorită întîrzierii transmiterii impulsului la nivelul sinapselor(intîrziere sinaptică). Timpul total, necesar propagării impulsurilor în diferite circuite neuronale, ne dă indicații cu privire la numărul

total de sinapse în circuitul nervos respectiv.

Timpul reflex depinde de caracterul fibrelor nervoase pe care se efectuează reflexul (vz. lucrarea 23); de intensitatea și timpul de acțiune a excitantului, cât și de mărimea cîmpului receptor (suprafața reflexogenă).

Material necesar: stativ pentru suspendat animalul; metronom; instrumentar de disecție; soluții de  $H_2SO_4$  0,1%; 0,3%; 0,5%; broasca.

Mod de lucru: se prepară o broască spinală și se atîrnă de un stativ, printr-un cîrlig fixat pe mandibulă (Fig. 49).

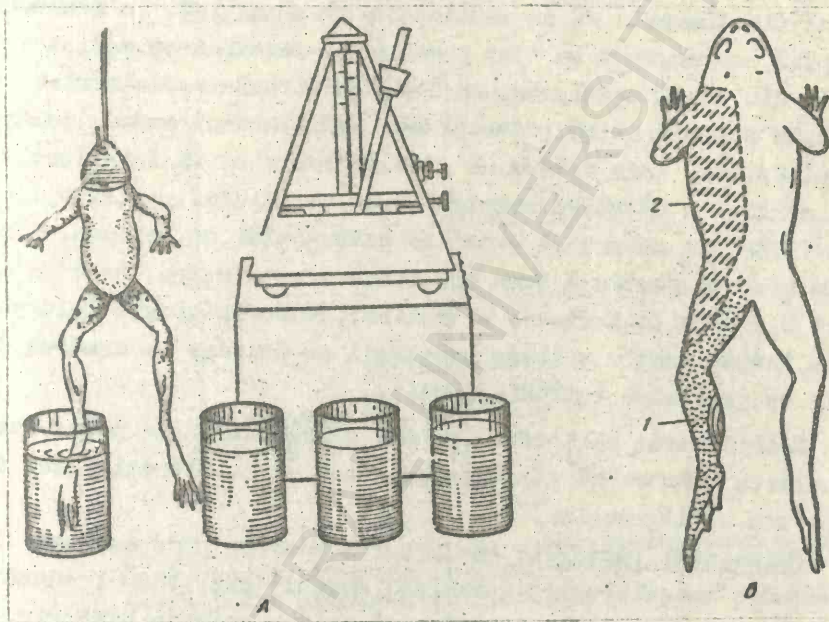


Fig. 49. A-Determinarea timpului reflex după Türk; B-cîmpul receptor al reflexelor medulare: 1-de flexie; 2-de frecare.

Se introduce laba membrului posterior în  $H_2SO_4$  0,1% concomitent cu pornirea metronomului (1 bătaie pe secundă). Se măsoară timpul din momentul aplicării excitantului, pînă la apariția reflexului de flexie a membrului excitat. După efectuarea măsurătorii, se spală preparatul cu apă. Se repetă experiența de 2-3 ori la intervale de 2-3 minute și se calculează valoarea medie a timpului reflex pentru intensitatea respectivă a excitantului.

Se repetă aceleași operații cu soluțiile de  $H_2SO_4$  0,3% și 0,5%.

Recomandări: se va nota timpul reflex pentru fiecare intensitate a excitantului.



**Intrebări:** Ce se înțelege prin perioada latentă a reflexului? Care este relația între perioada latentă a reflexului și intensitatea excitantului?

## 29. DETERMINAREA ÎNTÎRZIERII SINAPTICE.

Timpul cît impulsul nervos circulă la nivelul centrului, este determinat cu precădere de întîrzierea sinaptică. Pentru ca impulsul să fie transmis de pe terminația presinaptică, la neuronul postsinaptic, se consumă un timp pentru: a)-descărcarea mediatorului chimic din terminația presinaptică; b)-difuzia mediatorului în membrana postsinaptică; c)-acțiunea mediatorului asupra membranei postsinaptice, care determină difuzia sodiului în interiorul celei, cauzînd o creștere treptată a potențialului postsinaptic excitator (EPSP) în măsură să genereze potențialul de acțiune. Timpul minim, necesar pentru a avea loc toate aceste etape, este de aproximativ 0,5 msec (întîrzierea sinaptică). Neurofiziologii folosesc acest indice pentru a trage concluzii cu privire la numărul de neuroni, ce participă într-un circuit.

Determinarea perioadei latente a reflexului se poate face prin calcularea diferenței perioadelor latente ale potențialelor de acțiune sau a miogramelor.

**Principiul lucrării:** se înregistrează pe rînd perioada latentă a 2 secuse musculare ale aceluiași mușchi, excitîndu-l odată în imediata lui apropiere și altă dată - prin n. sciatic simetric, determinînd în felul acesta trecerea influxului nervos prin măduvă. Diferența de timp dintre cele două perioade latente, din care se scade timpul consumat de propagarea impulsului de-a lungul nervilor sciatici, ne arată valoarea timpului de întîrziere în măduvă.

**Material necesar:** aparate necesare înscrierii perioadei latente a secusei; 2 excitatoare; cheie Pohl; seringă 1 ml; soluție stricnină 1/2.000; broasca.

**Tehnica:** se fixează pe pluta miografului o broască normală. Se descoperă n. gastrocnemian la unul din membrele posterioare și ambii nervi sciatici. Injectăm în sacii limfatici dorsali, 0,1 ml soluție stricnină, care după o perioadă relativ scurtă, produce o creștere a excitabilității reflexe. Unul din nervi sciatici (B Fig 50) se leagă la capătul periferic și se secționează sub ligatură. n. sciatic pe excitator.

Inscriem perioada latentă a mușchiului, excitându-l cu excitatorul A (Fig. 50)., după care schimbăm sensul curentului cu ajutorul cheii Pohl și excităm mușchiul cu excitatorul B. Măsurăm lungimea nervilor sciatici, prin care trebuie să circule impulsul nervos. Cunoșcând viteza de conducere a impulsului prin nerv, (vz. lucrarea 23) se determină timpul consumat pentru străbaterea lui. Această valoare scădem din diferența celor două perioade latente, iar rezultatul obținut, reprezintă timpul cît influxul nervos a întârziat la nivelul măduvei spinării.

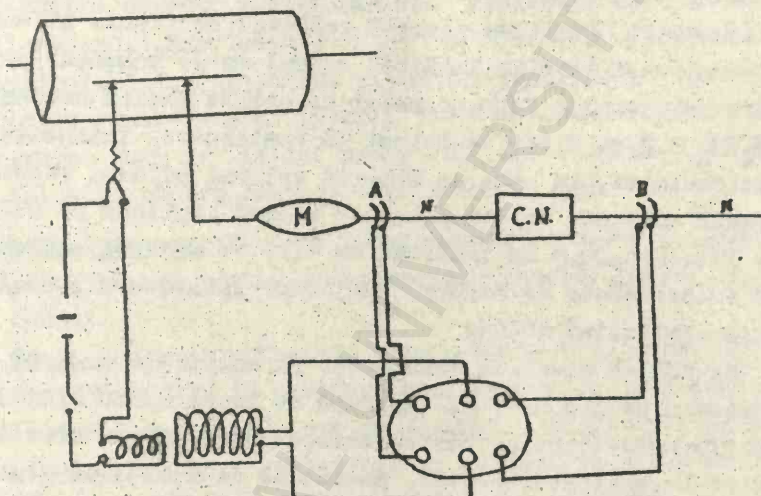


Fig. 50. Schema de instalare a aparatelor pentru calcularea întârzierii sinaptice. M=mușchi; C.N.=centrul nervos; A=excitator proximal și distal (B); N=nervii sciatici.

Recomandări: Înregistrările obținute se vor atășa în caietul de referate.

Întrebări: De cine este dată întârzierea sinaptică?

### 30. ZONE REFLEXOGENE ALE REFLEXELOR MEDULARE.

Actele reflexe pot apărea în urma excitării anumitor zone ale corpului, în care sînt localizați receptorii arcurilor reflexe respective. Deci, fiecare reflex își are zona sa reflexogenă, adică porțiunea din corp, prin excitarea căreia apare reflexul. Caracterul reacției care apare după excitarea zonei receptoare, depinde nu numai de localizarea ei pe corp, ci și de intensitatea și durata de acțiune a excitantului cît și starea fiziologică a centrilor.



Reflexele necondiționate elementare, care apar pe un animal spinal, se numesc reflexe medulare.

**Material necesar:** stativ pentru suspendat broasca;  $H_2SO_4$  0,1%; 0,3%; 0,5%; hîrtie filtru; instrumentar; broaște.

**Tehnica:** se prepară o broască spinală. După trecerea șocului spinal, se atîrnă broasca de stativ cu ajutorul unui cîrlig introdus în mandibulă.

Se secționează bucăți de hîrtie de filtru (4-6mm). Umectăm o bucată de hîrtie de filtru în  $H_2SO_4$  0,1% și o aplicăm cu o pensă pe tegumentul labei. Se observă reflexul de flexie al extremității corespunzătoare. Se înlătură acidul de pe tegument prin introducerea piciorului într-un pahar cu apă. Se excită același picior cu  $H_2SO_4$  0,3 și 0,5%. Vom folosi în continuare, intensitatea minimă a excitantului, la care se observă cel mai evident răspuns. Hîrtia umectată cu  $H_2SO_4$  de concentrația aleasă, aplicăm pe abdomen în zona laterală. După un interval de timp, se observă reflexul de apărare folosindu-se de membrul posterior ipsilateral, broasca va înlătura excitantul nociv.

Se aplică succesiv excitantul pe suprafața externă a labei anterioare; pe abdomen, mai aproape de linia mediană; în zona dintre membrele anterioare și posterioare, etc (Fig. 49). De fiecare dată se notează caracterul reacției, provocate de excitarea zonei receptoare respective.

Intervalele dintre excitări succesive, nu vor fi mai mici de 2-3 minute; după fiecare excitare se introduce broasca în pahar cu apă și se spală resturile de acid (Fig. 49).

**Recomandări:** Se va desena schema cîmpului receptor al reflexului de apărare observat.

**Intrebări:** Ce reflexe cunoașteți, care au aceeași zonă reflexogenă?

### 31. FIZIOLOGIA RADACINILOR NERVILOR RAHIDIENI.

#### LEGEA BELL-MAGENDIE.

Bell și Magendie au arătat că:

a) - Secționarea rădăcinilor ventrale (anterioare) ale nervilor rahidieni este urmată de paralizia musculaturii scheletice, fără tulburări senzitive, în timp ce secționarea rădăcinilor dorsale cauzează un deficit senzitiv, fără afectarea motricității.

b)-Stimularea capătului periferic al rădăcinii ventrale determină reacții motorii, pe când a celor dorsale rămâne fără efect.

c)-Stimularea capătului central al rădăcinii dorsale provoacă reacții generale dureroase, pe când a rădăcinii ventrale rămâne fără efect.

d)-dacă după secționarea rădăcinii motorii, care inervează un membru, se stimulează tegumentul membrului paralizat, animalul reacționează prin contracții ale celorlalte membre, expresie a durerii.

Concluziile acestor experiențe sînt cunoscute sub numele de legea Bell-Magendie. Exprimată succint ea arată că rădăcinile dorsale (posterioare) sînt senzitive și conduc impulsurile centripet, iar rădăcinile ventrale sînt motorii: conduc impulsurile de la centrul nervos spre periferie (centrifug). Descriem mai jos cîteva procedee folosite pentru demonstrarea acestei legi.

A. Material necesar: broasca, instrumentar de disecție, baghetă de sticlă, fire de ață, bobina de inducție, excitator, întrerupător, sursă de curent.

Mod de lucru: se anesteziază ușor o broască cu eter, așezînd-o sub un clopot de sticlă în prezența unui tampon de vată imbibat în eter. Se fixează broasca pe plută în decubit ventral, se incizează pielea în lungul coloanei vertebrale și se răsfrînge lateral. Se secționează și se îndepărtează cu un bisturiu musculatura spino-dorso-lambară, de o parte și de alta a apofizelor spinose ale vertebrelor.

Introducem indexul de la mîna stînga sub coloana vertebrală și o flectăm ușor cu mîna dreaptă, încît să rupem pe cît posibil numai ligamentul superior dintre 2 vertebre. Ruptura se va face într-o regiune cît mai posterioară a coloanei vertebrale, dar înaintea hipostilului. Prin această ruptură a coloanei vertebrale, se poate vedea măduva spinării în canalul vertebral.

Cu o foarfecă fină și curbă, se secționează arcurile vertebrale, avînd grijă să nu se atingă măduva, iar cu o pensă se ridică apofiza spinosă. Procedăm în felul acesta pentru vreo 3-5 vertebre și descoperim măduva spinării pe o distanță de 1-1,5 cm. Ea ne apare acoperită de meninge. După îndepărtarea meningelui, cu ajutorul unei pense foarte fine, măduva ne apare ca un cordon albui. De o parte și alta a măduvei spinării, se văd niște filete sub-



țiri, îndreptate spre trenul posterior al broaștei, care sînt rădăcinile nervilor rahidieni. Rădăcinile senzitive sînt mai subțiri, cenușii și situate superficial, iar cele motorii sînt mai groase, albe strălucitoare și așezate mai în profunzime.

Cu ajutorul unor baghete fine de sticlă cu virful bont, se disociază cîte un filet nervos, ce iese prin porțiunea dorsală a coloanei vertebrale (rădăcină posterioară) și un filet, care iese prin partea ei anterioară (rădăcină ventrală). Cu ajutorul unei pense fine, se trec pe sub fiecare rădăcină, 2 fire de ață umezite cu soluție fiziologică. Pentru fiecare rădăcină putem folosi fir de ață de culoare diferită.

Pe fiecare rădăcină se fac două legături separate dar apropiate între ele la o distanță de 1 mm (Fig. 51). Între cele 2 legături sectionăm rădăcina cu o foarfecă. În felul acesta obținem pentru fiecare rădăcină, 2 capete legate cu fir de ață de aceeași culoare: un capăt central legat de măduvă și un capăt periferic, ce se îndreaptă spre periferie (Fig. 51, I, II, III).

Toată operația trebuie efectuată cu multă atenție pentru a nu rupe filetele izolate.

Cu ajutorul unei bobine de inducție, alegem un curent excitant slab, tetanizant, cu ajutorul căruia excităm succesiv capetele proximale și distale ale celor 2 rădăcini sectionate:

a) - excitarea capătului periferic al rădăcinii anterioare, provoacă totdeauna contracția unor anumiți mușchi (Fig. 51, III stînga).

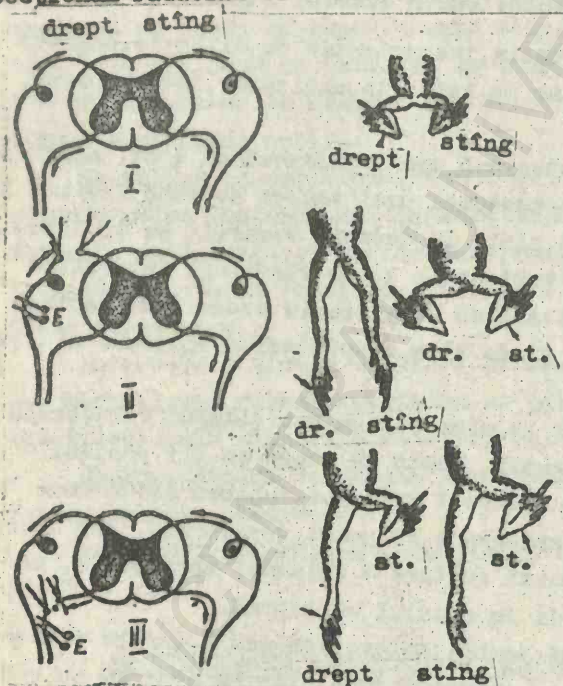


Fig. 51. Efectul sectionării rădăcinilor nervilor rahidieni asupra efectului excitării labei posterioare sau a unui capăt al rădăcinii. În dreapta efectul excitării; în stînga - schema secțiunii. Săgeata indică locul aplicării excitantului. E = excitator aplicat direct pe un capăt de rădăcină.

b)-excitarea capătului central al rădăcinii anterioare, rămâne fără efect.

c)-excitarea capătului periferic al rădăcinii posterioare, nu produce nici o reacție(Fig.51,II stînga).

d)-excitarea capătului proximal al rădăcinii posterioare, provoacă o puternică reacție dureroasă, tradusă prin neliniște, migrații generalizate, rotirea globilor oculari.

B.Material necesar:ca la procedeul A și în plus port-ac; ață chirurgicală;ac chirurgical.

Mod de lucru: după descoperirea măduvei spinării ca la procedeul A, se secționează rădăcinile posterioare ale segmentelor lombare și sacrale într-o parte a corpului, iar în partea opusă se secționează la același nivel rădăcinile anterioare.Se suturează rana și se lasă broasca pentru 3-4 ore.După acest interval de timp, sau în ziua următoare, se pot efectua experiențele.Excitarea puternică a membrului, care prezintă intactă numai inervația senzitivă, determină o reacție reflexă a tuturor extremităților, cu excepția membrului excitat, care rămîne imobil(Fig.51,III.Pe figura 51 secțiunea rădăcinilor anterioare sau posterioare este făcută în aceeași parte a corpului, dar pe animale diferite).

Excitarea membrului, care prezintă intactă numai inervația motorie, nu este urmată de efect motor (Fig.51,II).În schimb excitarea oricărei alte părți a corpului, cauzează contracția și a acestei extremități.

### C.Colectarea biopotențialelor de pe rădăcinile nervilor spinali.

Echipament necesar:instalație pentru cercetarea potențialelor de acțiune, plus ca la punctul A.

Tehnica: după descoperirea rădăcinilor nervilor rahidieni, se aplică electrozii de derivare sub rădăcinile posterioare, pe care îi conectăm cu amplificatorul de curent.Rădăcinile anterioare se aplică pe electrozii de excitare, conectați cu ieșirea din stimulator (Fig.52).Se aplică excitanți izolați pe rădăcinile anterioare și ne convingem că în rădăcinile posterioare, nu apare curent de acțiune(Fig.52,2).

Modificăm poziția electrozilor:se excită rădăcinile posterioare și se observă apariția potențialului de acțiune în rădăcinile anterioare(Fig.52,1).Se va modifica intensitatea excitantului și frecvența lui și se va observa caracterul modificărilor, care apar



în potențialele de acțiune. Pe baza curbei de calibrare, se determină caracteristicile lor.

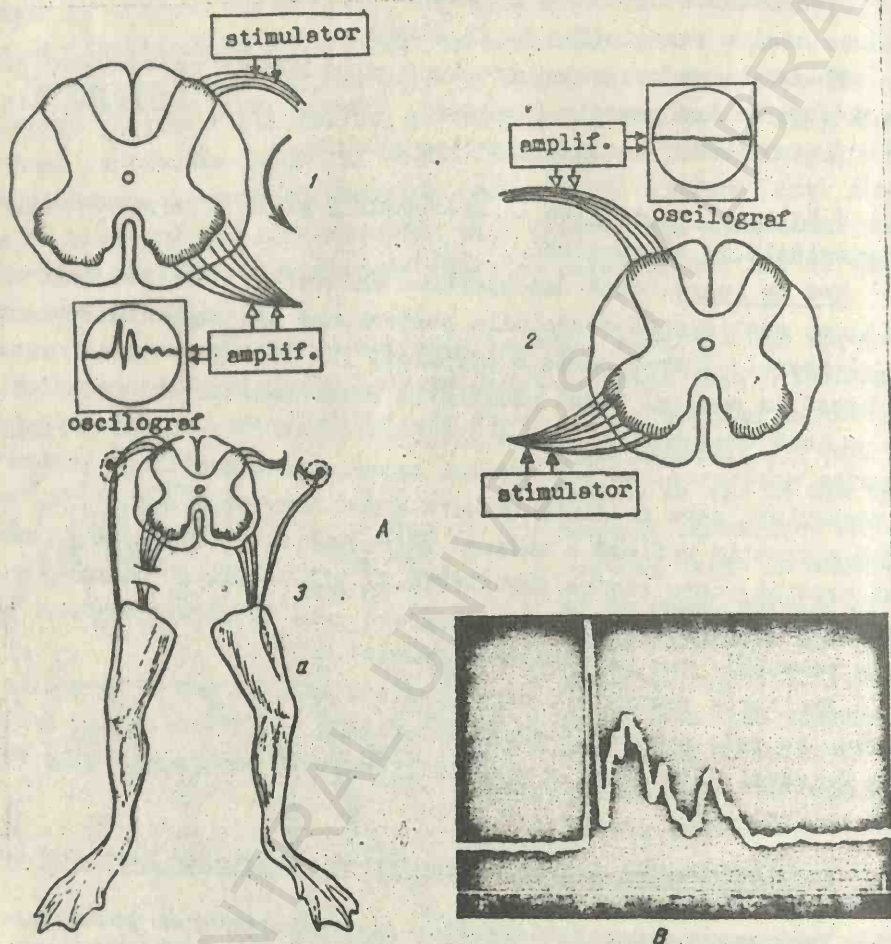


**Fig. 52.** Schema experienței pentru studiul fiziologiei rădăcinilor nervilor rahidieni. A: 1-excitarea rădăcinilor posterioare și derivarea potențialelor de acțiune de pe rădăcinile anterioare; 2-excitarea rădăcinilor anterioare și derivarea potențialelor de pe rădăcinile posterioare; 3-secționarea rădăcinilor posterioare în dreapta și a celor anterioare în stânga. B=Forma biopotentialului colectat. Timp-5 msec.

**Recomandări:** se va desena schema operației și a instalației folosite pentru studiul fiziologiei rădăcinilor.

**Intrebări:** Care este structura rădăcinilor? Care este fiziologia lor? Dacă electrozii de excitare se aplică pe rădăcina posterioară intactă, putem deriva potențialul de pe partea lui periferică

## 32. LEGILE REFLEXELOR EXTEROCEPTIVE MEDULARE. LEGILE LUI PFLÜGER

Legile lui Pflüger ilustrează relația dintre intensitatea stimulării și amplitudinea reacției reflexe, precum și modul de organizare complexă al reflexelor medulare exteroceptive.

Cînd, la un animal decerebrat, intensitatea excitantului aplicat pe o zonă receptivă se mărește treptat, procesul excitator central se extinde la un număr tot mai mare de motoneuroni. Ca o consecință, numărul de mușchi ce intră în activitate reflexă, este tot mai mare. Fenomenul, care are loc la nivelul central, se numește iradiere. Neuronul aferent, pătrunzînd în substanța cenușie a măduvei spinării, sinapsează nu numai cu motoneuronii din același segment, ci și cu un mare număr de neuroni (îndeosebi intercalari cît și motori) dispuși atît anterior cît și posterior față de locul de intrare a fibrei. Datorită variabilității rezistenței la nivelul diferitelor sinapse, impulsul la nivelul centrului nu se propagă fără nici o ordine la toți motoneuronii din o zonă dată, ci este dirijat numai pe anumite căi.

Sinapsele terminațiilor aferente cu motoneuronii cei mai apropiți, au pragul cel mai coborît,

dar, pe măsură ce intensitatea stimulului crește, impulsurile se propagă la distanță și excită neuronii segmentelor adiacente și apoi pe cei mai depărtați. Unele căi anatomice posibile de realizare a iradierii, sînt indicate în Fig. 53).

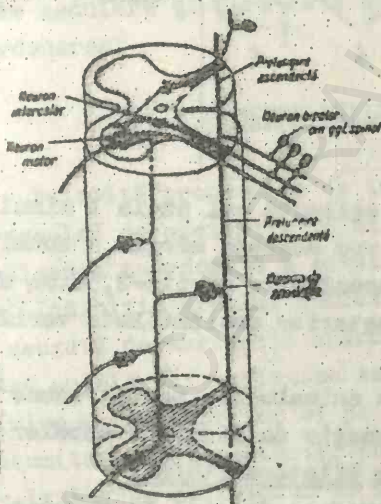


Fig. 53.

timp pentru a trece locul operator, după care se fac următoarele experiențe:

- 1)-Se introduce degetul piciorului în soluție de acid acetic

Material necesar: stativ cu tijă orizontală; cîrlig de sîrmă; trusă de disecție; pahare; acid acetic 1%; 2%; 9%; 5%; 15%; acid acetic glacial; hîrtie de filtru; broasca.

Tehnica: se lucrează pe o broască spinală, decapitată, pe care o suspendăm pe un suport cu un cîrlig fixat în mandibulă. Se lasă un



1%. După un timp se obține o ușoară flectare a degetului, care a fost excitat (Fig. 54). Deci un excitant slab, provoacă o reacție, care rămâne limitată la un număr redus de mușchi - legea localizării.

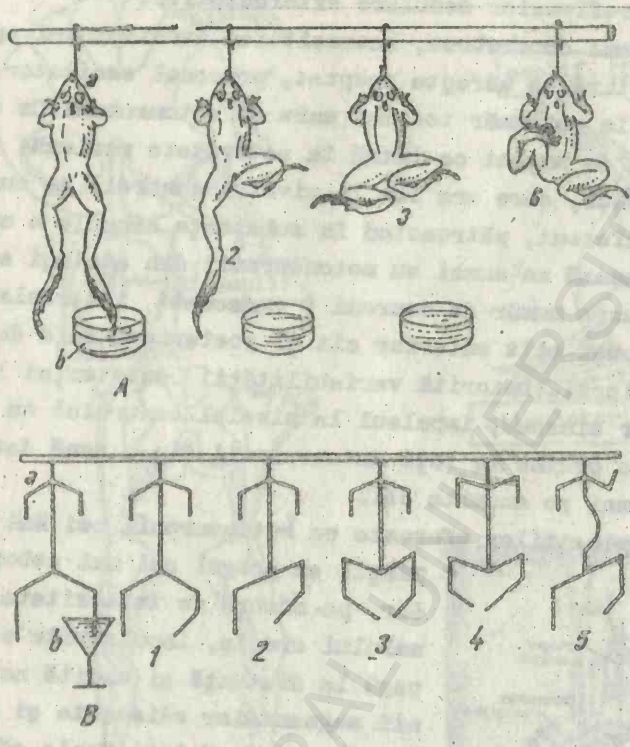


Fig. 54. A. Demonstrarea legilor lui Pflüger; B. Schematizarea reacțiilor animalului. a - broasca spinală; b - vas cu apă acidulată. 1 - legea localizării; 2 - legea unilateralității; 3 - legea simetriei; 4 - legea iradierii; 5 - legea generalizării; 6 - legea coordonării.

2) - Se spală laba cu apă și se așteaptă cel puțin 1 minut (de ce?), după care se cufundă din nou aceeași mărime a zonei receptoare într-o soluție de acid cu concentrație mărită - 2,5%. Se observă reacția de flexie a membrului posterior excizat. Este verificată legea unilateralității.

3) - După spălarea și liniștirea animalului, se introduce degetul în acid acetic 5%. Se observă reacția de flexie a ambelor membre posterioare - legea simetriei sau bilateralității.

4) - După o nouă spălare, se introduce degetul în soluția de acid acetic 15%. În acest caz intră în contracție și mușchii membrilor anteriori, ca urmare a iradierii excitației la nivele medulare superioare. Aceasta verifică legea iradierii.

5) - După spălarea animalului, dacă cufundăm degetul într-o soluție și mai concentrată (acid acetic glacial), intră în contracție toți mușchii animalului. Reacția este generalizată ca urmare

a excitării tuturor centrilor motori medulari-legea generalizării.

6)-Se aplică un fragment de hirtie de filtru, înmuiat în acid acetic glacial, pe tegumentul regiunii dorsale a broaștei, puțin mai lateral. Folosindu-se de membrul posterior ipsilateral, broasca va înlătura excitantul nociv. Se spală cu apă locul excitat, după care se reia experiența în felul următor: se leagă (sau se amputează) membrul posterior dintr-o parte, după care se aplică, ca mai sus, excitantul pe aceeași parte a tegumentului. Se constată cum broasca va încerca inițial să înlătore excitantul cu membrul posterior ipsilateral, care fiind imobilizat, va folosi membrul posterior simetric, cu care reușește să înlătore excitantul. Rezultă că și reflexele, care se desfășoară numai cu participarea maduvei spinării, au un caracter coordonat-legea coordonării.

Mărirea gradată a intensității excitantului, în vederea demonstrării legilor lui Pflüger, se poate obține și cu ajutorul unei bobine de inducție, excitantul fiind aplicat pe laba piciorului posterior.

Recomandări: se va schița arcul reflex pentru fiecare lege a reflexelor.

Intrebări: De unde rezultă caracterul coordonat al actelor reflexe medulare și care este mecanismul prin care se realizează coordonarea?

### 33. INHIBIȚIA REFLEXELOR MEDULARE.

Datorită proceselor de inhibiție, are loc limitarea iradierii procesului de excitație în sistemul nervos central și se asigură realizarea coordonată a actelor reflexe.

Inhibiția arcului reflex al unui oarecare act reflex, poate fi cauzată de excitația apărută în arcul reflex, pe care se desfășoară un alt act reflex. De exemplu, dacă în momentul excitării chimice a receptorilor de pe talpa unui membru posterior, se excită concomitent presoceptorii, de pe membrul posterior simetric, are loc inhibarea reflexului de flexie a primului picior. După întreprinderea excitării presoceptorilor celei de a doua labe, reflexul de flexie la prima labă, se manifestă mai puternic, datorită inducției succesive pozitive de la nivelul centrului arcului reflex.

Se pot inhiba reflexele, care după caracterul său sînt antagoniste (flexie și extensie; deglutiția și inspirația; grataj și scarpina-



re) și alergare etc). Mecanismul neuronal, care cauzează această relație reciprocă, poartă denumirea de inervație reciprocă.

Apariția inhibiției depinde de intensitatea excitantului. În cazul excitanților foarte puternici, apare o inhibiție generalizată a întregii activități reflexe a organismului, care, sub aspectul importanței sale biologice, trebuie privită ca o formă de apărare a organismului-evitarea supraexcitării celulelor nervoase.

Material necesar: broască; stativ cu lamă orizontală; cârlig metalic; trusă de disecție;  $H_2SO_4$  0,5%; metronom.

Mod de lucru: se pregătește o broască spinală prin decapitare și se suspendă de suport. După trecerea gocului operator (5-10 minute) se determină timpul reflex după Türk. Se spală cu apă zona excitată, după care se repetă experiența: excităm concomitent o labă cu acid sulfuric, iar cealaltă labă comprimăm puternic cu penna sau cu degete. Dacă excitanții încep să acționeze concomitent, atunci nu se produce mișcarea labei. Dacă întrerupem excitantul mecanic, reflexul de flexie se manifestă mai puternic.

Recomandări: se va desena schema experienței și se vor trage concluzii.

Întrebări: Care este rolul procesului de inhibiție de la nivelul sistemului nervos central?

#### 34. INHIBIȚIA CENTRALĂ A REFLEXELOR MEDULARE.

##### EXPERIENȚA LUI SECENOV (1862).

Secenov a observat că prin excitarea electrică, mecanică sau chimică a lobilor optici, are loc o diminuare a reflexelor nociceptive medulare. Prin această experiență, Secenov a constatat pentru prima dată existența procesului de inhibiție în SNC.

Principiul metodei: se determină timpul reflex după Türk al reflexului de flexie al piciorului, la o broască cu encefalul exteriorizat și neexcitat, cât și în urma excitării chimice a lobilor optici. Din rezultatele obținute, se trag concluzii cu privire la modificarea reactivității centrilor medulari, sub influența excitării unor etaje nervoase superioare.

Material necesar: stativ cu tijă orizontală; instrumentar de disecție;  $H_2SO_4$  0,5%; NaCl cristale; pahare; eter; broască.

Tehnica: se anesteziază ușor o broască (sau fără anestezie),

după care facem o incizie a tegumentului în formă de T pe linia mediană a craniului, începînd de la nivelul ochilor, pînă la nivelul timpanelor. Lambele pielei se răsfrîng. Cu ajutorul unui bisturiu se curăță bine oasele cutiei craniene. Introducem vârful ascuțit al unui foarfece mic, în partea anterioară a cutiei craniene dezvelite și facem o secțiune transversală a oaselor, luncînd lama foarfecelui pe partea internă a oaselor pentru a nu afecta creierul. După aceasta se secționează oasele pe părțile laterale și se înlătură fragmentul de cutie craniană.

Cu un bisturiu ascuțit, facem o secțiune transversală a creierului, imediat anterior lobilor optici și extirpăm zona anterioară secțiunii (Fig. 55).

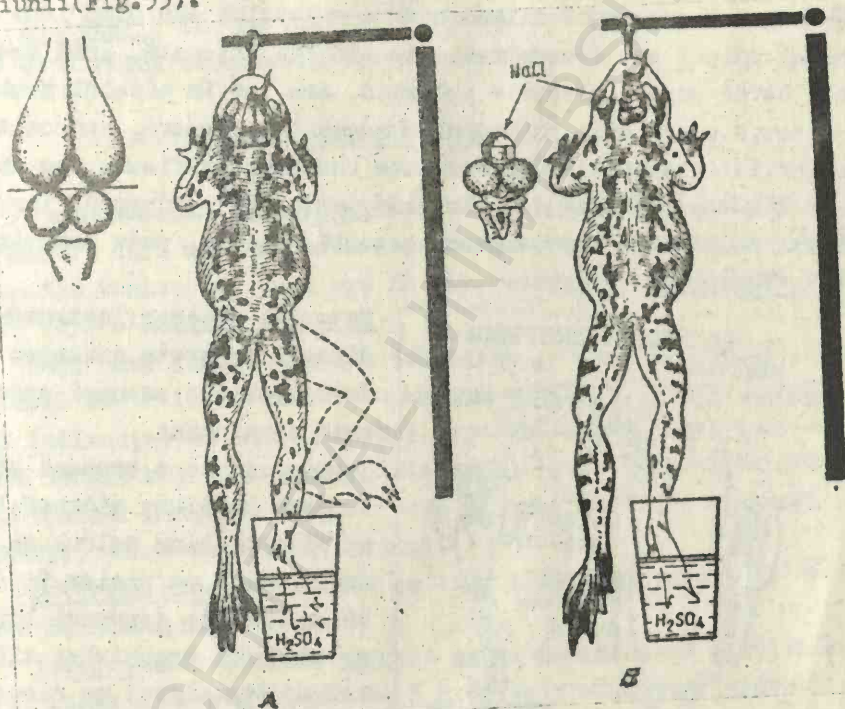


**Fig. 55.** Experiența lui I. M. Secenov pentru demonstrarea inhibiției centrale înainte (A) și după aplicarea cristalelor de NaCl pe lobii optici.

Se oprește hemoragia cu tampoane de vată, după care se atîrnă broasca pe stativ. Se determină timpul reflex după Türk. După 2-3 minute, uscînd în prealabil suprafața creierului cu hîrtie de filtru, se aplică pe lobii optici cristali de NaCl și se determină din nou timpul reflex. După aceasta înlăturăm cristalele de NaCl,



și spălăm creierul cu soluție fiziologică. După 5 minute se repetă determinarea timpului reflex.

Recomandări: se va nota timpul reflex, obținut la prima, a doua și a treia determinare și se vor formula concluziile corespunzătoare.

Intrebări: Prin intermediul căror formațiuni, pot etajele nervoase superioare inhiba activitatea motoneuronilor medulari?

### 35. INERVAȚIA RECIPROCA A MUSCHILOR ANTAGONIȘTI.

Contractia voluntară sau reflexă a unui mușchi, se întovărășește de relaxarea simultană a antagonistului său. Când laba unui animal spinal sau decerebrat este ciupită, înțepată, arsă sau excitată cu un curent electric puternic, are loc la nivelul membrului excitat, o contracție puternică a mușchilor flexori, concomitent cu inhibiția extensorilor. Acesta este reflexul de flexie sau de retragere. Fenomenul poartă denumirea de inhibiție reciprocă, iar mecanismul neuronal, care cauzează această relație, este denumit inervație reciprocă (Fig. 56).

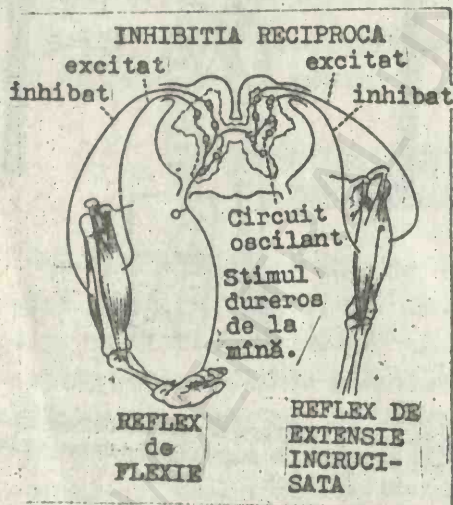


Fig. 56. Schema reflexului de flexie, a reflexului de extensie încrucișat și inhibiția reciprocă.

Material necesar: instrumentar de disecție; aparate necesare pentru înregistrarea secusei musculare; acid concentrat.

Tehnica: se ia o broască spinală, se pune pe pluta miografului și se fixează bine gâtul și genunchiul de la un picior. Se detășează cu atenție tendonul lui Achile și tendonul mușchiului tibialis anticus (vs. anexa) cu disecții minime, fără a afecta inervația mușchiului; tendonul se secționează aproape de pericost; nu se secționează teaca mușchiului. Fiecare capăt de tendon se leagă cu un fir de ață și se atachează de penița miografului dublu.

Se așează cele două penițe pe aceeași generateură a kinografului,

după care se aplică pe abdomenul broaștei, un fragment de hirtie de filtru, imbibat în acid puternic. Viteza kimografului va fi redusă. De observat că acești 2 mușchi nu se contractă niciodată simultan; cînd preparatul funcționează bine, se observă activitatea alternativă a mușchiului-relaxarea unui mușchi în timpul contracției celuilalt. Dacă nu obținem rezultate bune, vom modifica intensitatea excitantului.

Ca mușchi antagoniști putem rolosi și mușchiul triceps sural cu m. semitendinos.

Recomandări. Se va fixa cîte o porțiune de grafic, indicînd felul mușchilor care se contractă.

Intrebări: Cum se explică reflexul de extensie încrucigată? Care este rolul circuitelor reverberante?

### 36. TONUSUL MUSCHILOR STRIAȚI.

Tonusul muscular reprezintă contracția reflexă constantă a mușchilor, care mențin postura caracteristică unei specii date. Reflexele tonice pot dura ore în gir, uneori o zi întreagă sau mai mult, fără a obosi.

Deși baza fundamentală a tonusului la mușchii striati, este reflexul miotatic cu centru în măduva spinării, tonusul este profund influențat de către etajele nervoase superioare, care acționează asupra mușchiului prin intermediul gama motoneuronilor medulari. Tonusul muscular dispăre după lezarea nervilor aferenți sau eferenți, sau a centrilor nervoși.

Material necesar: stativ cu tijă orizontală; greutate de 5 g; trusă de disecție; broască.

Tehnica: la o broască spinală se exteriorizează n. sciatic drept și se leagă cîte o greutate de 5 g de extremitatea fiecărei labe posterioare; se atîrnă animalul pe suport orizontal și se constată că cele două greutăți se găsesc la același nivel. După secționarea n. sciatic, se constată că acest picior se alungește.

Recomandări: se va desena schema experienței.

Intrebări: Prin ce mecanism afectează gama motoneuronii tonusul muscular? Care este deosebirea în acțiune a gama motoneuronilor și a reflexelor miotatice în afectarea tonusului muscular?



### 57. REFLEXE MIOTATICE CU IMPORTANȚA CLINICĂ.

Reflexul miotatic sau de întindere este un reflex proprioceptiv, provocat prin întinderea unui mușchi. În modul cel mai simplu poate fi provocat la om prin percucia tendonului rotulian. Ca urmare se produce o întindere bruscă a fibrelor mușchiului cvadriceps, ceea ce determină contracția reflexă a acestuia, cu extensia gabei pe coapsă, ca urmare a excitării proprioceptorilor-fusurile neuromusculare. Este un reflex monosinaptic. Arcul reflex este format din proprioceptor, un neuron sensibil situat în ganglionul spinal, o sinapsă, un motoneuron alfa și un efector (mușchi). Actul este reflex, deoarece dispare după secționarea rădăcinilor anterioare sau posterioare, este deprimat de anestezice și poate fi inhibat sau facilitat. Reflexul descris este reflexul rotulian și este realizat prin nervul crural anterior (Fig. 57 A).

Alt reflex medular proprioceptiv, este reflexul achilian, care poate fi provocat prin percutarea tendonului lui Achile, atunci când piciorul este îndoit în unghi drept și gamba se sprijină pe un suport. Se manifestă prin contracția mușchilor gemeni și prin extensia labei piciorului (Fig. 57, B). Nervul periferic este sciaticul.

Reflexul plantar este provocat de excitarea prin deplasarea unui vîrf ascuțit pe marginea externă a plantei, cu direcția dinspre călcîi spre degete; rezultă o flexie plantară a ultimelor patru degete de la picior, sau, mai frecvent, flexia plantară a halucelui (Fig. 57, C). Într-o leziune a căilor cortico-spinale, reflexul normal este înlocuit de flexia dorsală a halucelui și deseori o răsfirare în evantai a celorlalte 4 degete. Această reacție este denumită „semnul lui Babinski”.

Reflexul bicipital (Fig. 58 A) este provocat de o lovitură aplicată pe tendonul bicepsului la plica cotului; răspunsul constă într-o contracție rapidă a bicepsului cu flectarea cotului. Nervul periferic este n. musculo-cutanat.

Reflexul tricipital (Fig. 58 B) este provocat de o lovitură pe tendonul tricepsului, imediat deasupra olecranului; rezultă contracția mușchiului și extensia cotului. Nervul periferic este radialul.

Acestea sînt cîteva din reflexele proprioceptive cu centrul în măduva spinării, avînd importanță în autoapărare, menținerea

poziției corpului, redresarea rapidă a echilibrului, motiv pentru care se realizează cu un număr minim de neuroni. Studiul lor constituie un test pentru starea generală a organismului și în particular a aparatului locomotor. Modul lor de producere cît și arcurile reflexe, sînt indicate în Fig. 57, 58.

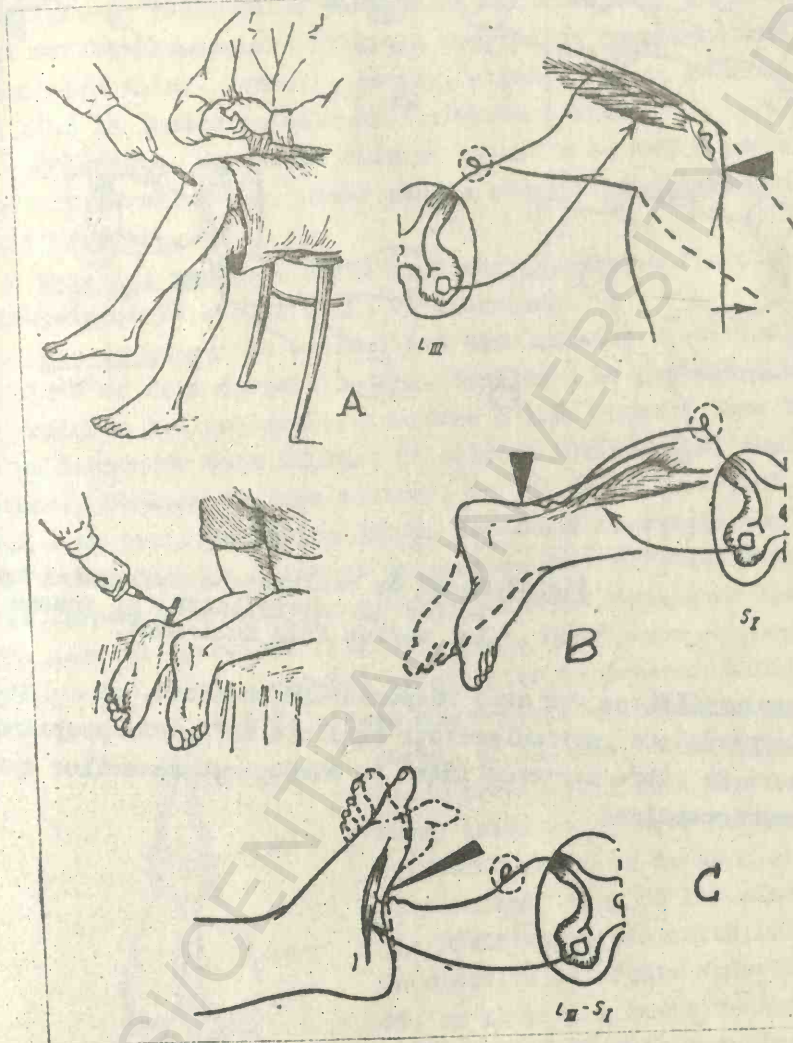


**Fig. 57.** Provocarea reflexelor rotulian (A), achilian (B) și plantar (C) și schema arcurilor reflexe (Din Kullanda).



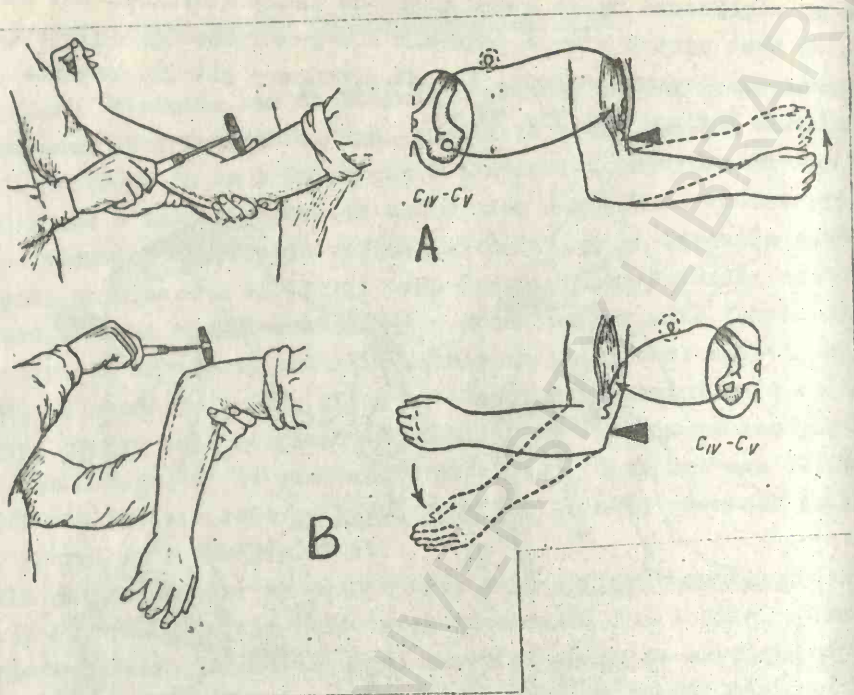


**Fig. 58.** Modul de explorare a reflexului bicipital (A) și tricipital (B) și schema arcului reflex. (Din Kullanda).

Recomandări: se vor nota răspunsurile obținute.

Intrebări: Ce particularități prezintă reflexele proprioceptive? Ce tipuri de fibre nervoase intră în alcătuirea arcurilor reflexelor proprioceptive?

## FIZIOLOGIA ENCEFALULUI.

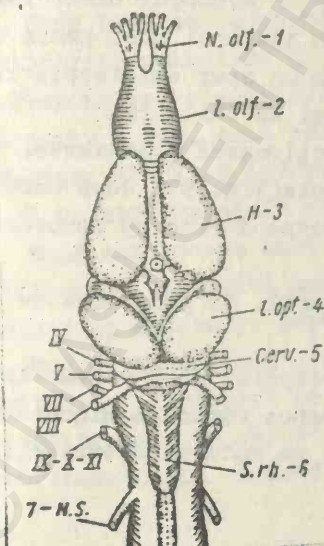
### 38. EXPERIENȚA LUI SECENOV.

Prin această experiență se demonstrează rolul fiziologic al nucleului visceromotor al nervului vag( nucleul dorsal al vagului), localizat în vecinătatea plangeului ventriculului al IV-lea. Din acest nucleu iau naștere filetele vegetative parasimpatice ale vagului pentru inimă, bronhii, esofag, stomac, ficat, pancreas, intestin pînă la jumătatea colonului transvers etc.

Principiu: se excită chimic( cristale de NaCl) nucleii de origine ale nervului vag, urmărindu-se efectul produs asupra activității cardiace.

Material necesar: trusă de disecție; soluție fiziologică; cronometru; eter; cristale de NaCl; vată; broască.

Mod de lucru: se anesteziază ușor cu eter o broască, se așază pe plută cu fața dorsală în sus, după care se descoperă encefalul în regiunea lui bulbară(vz. lucrarea 37). Se acoperă zona bulbului cu un tampon de vată îmbibat în soluție fiziologică, după care se întoarce broasca cu fața ventrală în sus și se descoperă inima, fără a se secționa pericardul. Se determină frecvența cardiacă normală a broaștei. Se întoarce broasca cu fața dorsală în sus, se ridică tamponul de vată și se aplică cîteva cristale de NaCl în zona sinusului romboidal (Fig.59), peste care punem un tampon de vată pentru a evita căderea cristalelor. Se determină din nou frecvența cardiacă timp de cîteva minute. Prin excitarea chimică a n.



dorsal al vagului, frecvența cardiacă scade treptat, în cele din urmă(9-10 minute) inima se oprește în diastolă. Se înlătură cristalul de NaCl și se spală zona bulbară timp de 1-2 minute cu soluție fiziologică izotonică. Determinînd la diferite intervale frecvența cardiacă, se observă o revenire treptată la contracțiile normale. Revenirea are loc relativ mai lent(aproximativ 12 minute).

Fig.59. Creierul la broască. 1-nerv olfactiv; 2-lob olfactiv; 3-emisferele cerebrale; 4-lobi optici; 5-cerebelul 6-sinus romboidal; 7-nerv spinal.



-102-

Recomandări: se va reprezenta grafic modificarea frecvenței cardiace prin excitarea chimică a nucleului n.vag și revenirea frecvenței cardiace în urma înlăturării excitantului, indicînd pe ordonată frecvența cardiacă iar pe abscisă-timpul în minute.

Intrebări: Ce altă variantă experimentală ar putea fi folosită, pentru evidențierea rolului nervului vag asupra inimii? Ce parametri cardiaci afectează n.vag?

### 39. CONSECINTELE EXTIRPARII UNOR PARTI ALE ENCEFALULUI.

#### A. Extirparea emisferelor cerebrale la broască.

După extirparea emisferelor cerebrale, capacitățile funcționale ale animalului, depind de gradul de dezvoltare a scoarței cerebrale. Astfel o pisică decorticată este capabilă aproape de orice tip de mișcare, chiar de a evita obstacole din calea sa; totuși mișcările spontane îi lipsesc aproape cu desăvîrșire și adesea stă ore în șir într-un loc.

Principiul lucrării: se extirpă emisferelor cerebrale, după care se urmărește comportarea animalului față de diferiți excitanți din mediu.

Material necesar: broaște, instrumentar de disecție, eter, vată acvariu, plan inclinat, bucăți de carne.

Mod de lucru: se anesteziază ușor broasca. Se face o incizie mediană longitudinală a tegumentului din regiunea capului (de la planul ochilor pînă la planul timpanelor). Se face o incizie ușoară a cutiei craniene pe aceeași linie cu ajutorul bisturiului, avînd grijă de a nu pătrunde adînc. Cu ajutorul unei pense se ridică oasele fronto-parietale, după care ne apar emisferelor cerebrale. Oasele se desprind bucată cu bucată și se înlătură.

Cu ajutorul unui bisturiu se secționează transversal creierul imediat posterior emisferelor cerebrale (Fig. 59), după care se extirpă zona anterioară secțiunii. Se acoperă rana cu lambourile pielii.

După trecerea influenței operatorii, se pune broasca pe masă și se fac următoarele observații:

1)-De notat poziția normală a corpului și a mișcărilor respiratorii. Fără un excitant extern, broasca rămîne nemiscată (unele mici mișcări care pot apare uneori, se datorează excitațiilor plecate de la nivelul rănii).

2)-Aplicarea unui excitant (ciupirea extremităților), produce mai mult decât o simplă reacție reflexă, observată la animalul spinal; broasca poate efectua mișcări complexe, să sară sau să se tirească. Dacă o punem pe masă în poziție întoarsă, ea își revine imediat poziția normală. Într-un bazin cu apă va înota ca și o broască normală, în timp ce o broască spinală se scufundă la fund.

3)-Se pune animalul pe un plan înclinat. Se constată că el își menține echilibrul și chiar încearcă să se urce pe acest plan. Dacă punem în gura animalului o bucată de carne, face mișcări normale de deglutiție. Dacă carnea este pusă lângă gura animalului, ea nu este luată și înghițită.

Toate aceste observații ilustrează că o broască fără emisfere cerebrale, se comportă în toate privințele ca și o broască normală, cu excepția lipsei mișcărilor spontane.

Intrebări: Care sînt efectele extirpării emisferelor cerebrale la broască?

#### B. Distrugerea unilaterală a cerebelului la broască.

Funcțiile cerebelului sînt legate cu precădere de activitatea motorie a organismului, deoarece gradul său de dezvoltare depinde de nivelul de perfecțiune a activității motorii a organismului. La broască cerebelul se prezintă sub forma unei benzi transversale de țesut nervos, localizat la marginea anterioară a bulbului. Cerebelul funcționează numai în asociație cu activitatea motorie inițiată în altă parte a sistemului nervos central.

După lezarea cerebelului se observă în primul rînd tulburări în mișcările voluntare și involuntare cît și în funcția de echilibru. Coordonarea mișcărilor voluntare sau involuntare, inițiate în altă parte a SNC, este realizată de cerebel printr-un mecanism feed-back, el fiind informat atît de „intențiile” zonelor motorii, cît și de performanțele realizate de efectori.

După extirparea unei jumătăți a cerebelului, se observă o modificare a tonusului mușchilor de aceeași parte a corpului și o tendință de cădere pe partea operată.

Mod de lucru: după deschiderea cutiei craniene, se secționează longitudinal cerebelul cu un bisturiu fin și se extirpă o jumătate. Se lasă broasca în repaos 5 minute, după care se supraveghează comportamentul. Se observă îndoirea capului și a corpului de partea



leziunii. Mișcările nu se fac în linie dreaptă ci în cerc; cînd animalul sare, uneori se răstoarnă și cade pe spate. În apă deseori se observă învîrtirea animalului în jurul axului longitudinal al corpului.

Recomandări: se vor nota tulburările observate.

Intrebări: Care sînt legăturile cerebelului cu alte etaje ale SNC? Care este rolul cerebelului la mamifere?

### C. Decerebrarea animalului-Rigiditatea de decerebrare.

Decerebrarea animalului se realizează printr-o secțiune în plan frontal a trunchiului cerebral, ce trece printre cele 2 perechi de tuberculi cvadrigemeni. Prin această secțiune se înlătură influențele inhibitoare, exercitate de către ganglionii bazali și scoarța cerebrală, asupra ariei reticulate facilitatoare, ceea ce determină o hiperactivare intrinsecă a ariei reticulate facilitatoare. Impulsurile activatoare sînt transmise măduvei spinării, cauzînd rigiditatea musculară, denumită rigiditatea de decerebrare. Îndeosebi mușchii extensori și în mai mică măsură mușchii flexori, sînt menținuți într-o stare de contracție tonică. Animalul poate sta în picioare, păstrîndu-și corpul contra gravitației; poate efectua unele mișcări de ajustare a echilibrului, dar pentru manifestarea completă a echilibrului, este necesară integritatea completă a mezencefalului.

Cresterea tonusului postural în rigiditatea de decerebrare, rezultă din excitarea sistemului gama al fusului neuromuscular și nu din activarea directă a alfa motoneuronilor medulari.

Echipament necesar: dispozitiv de fixare a capului animalului; răzugo; foarface; bisturiu; pense; tinctură de iod; eter; gobolan.

Mod de lucru: se anesteziează cu eter gobolanul, după care fixează capul animalului în dispozitivul de fixare a capului; se depilează tegumentul din zona capului. Ungem cu tinctură de iod, secționăm tegumentul pe linia mediană și îndepărtăm marginile secțiunii cu pense hemostatice. Curățim cu o răzugo oasele exteriorizate ale craniului, după care facem o fereastră în cutia craniană (oasele parietale) cu ajutorul unei freze dentare. Îndepărtăm cu atenție duramater. Cu ajutorul unui bisturiu fin, secționăm în plan frontal trunchiul cerebral la nivel intercolicular; bisturiul se introduce pînă la baza trunchiului cerebral, după care îl deplasăm

stînga-dreapta. Trebuie să avem grijă de a evita secționarea arterei cerebrale. Eventualele hemoragii le oprim prin tamponări cu vată.

Eliberăm capul animalului și observăm comportarea lui. Dacă este așezat pe picioare, membrele susțin greutatea corpului. De observat opistotonusul caracteristic: contracția mușchilor cefei cu ridicarea extremității cefalice, membrele întinse, coloana vertebrală curbată. Reflexul rotulian și alte reflexe sînt exagerate, în schimb reflexele de redresare sînt abolite.

Pe animalul decerebrat se pot studia cu ușurință reflexele tonice labirintice și cervicale, ultimele avînd punctul de plecare în proprioceptorii musculaturii extensoare a cefei. Răsturnarea forțată a capului animalului înapoi, mărește tonusul extensorilor membrelor anterioare și micșorează tonusul celor posterioare. Dimpotrivă, coborîrea capului în jos, scade tonusul membrelor anterioare și mărește tonusul celor posterioare. Întoarcerea capului la dreapta, duce la creșterea tonusului membrului anterior și posterior drept, cu scăderea tonusului în membrele simetrice. Întoarcerea capului spre stînga, cauzează modificări inverse ale tonusului.

Modificări, ca cele descrise mai sus, apar în urma secțiunii trunchiului cerebral la orice nivel între coliculii superiori și nucleii vestibulari.

Lucrînd în condiții sterile, animalul operat poate fi menținut în viață un timp mai îndelungat.

Efectele decerebrării se observă mai evident la pisică.

Recomandări: se va reprezenta schematic poziția membrelor animalului decerebrat, după modificarea poziției capului. Pe baza observațiilor efectuate, se vor trage concluzii.

Întrebări: Cum pot afecta tonusul muscular gama motoneuronii? Care este rolul nucleului Deiters din bulb și a formațiunii reticulate facilitatoare descendente în apariția rigidității de decerebrare?



#### 40. EFFECTELE MOTORII PRIN EXCITAREA EMISFERELOR CEREBRALE.

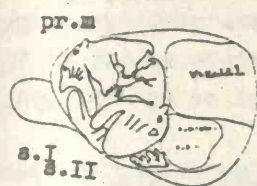
Fritsch și Hitzig(1870) au descoperit că excitarea electrică a anumitor zone corticale, provoacă mișcări ale grupelor musculare în partea opusă a corpului. Aceste zone corticale sînt considerate arii motorii. Cercetările ulterioare au stabilit localizarea corticală a ariilor motorii, proiecția corpului pe aceste zone (somatotopia) cît și dezvoltarea filogenetică a funcției motorii, care a atins punctul maxim la om.

Din punct de vedere funcțional aria motorie primară este structura indispensabilă executării actelor telecinetice, denumite și voluntare sau intenționale. Prin excitări de mică intensitate și strict localizate, pot apare contracții ale unui singur mușchi. Excitarea ariei 4 cu un curent faradic de intensitate crescîndă, determină o generalizare tot mai mare a răspunsului. La un moment dat apar secuse musculare succesive (epilepsie locală), iar prin mărirea în continuare a intensității excitantului, pot apare contracții tonice generalizate (spasm convulsiv).

În afară de aria motorie primară, există o arie motorie secundară, reprezentată în apropierea scizurii lui Sylvius (Penfield 1950). Pe fața mediană a emisferei, anterior zonei de proiecție a talpei piciorului, există o a treia zonă motorie, organizată la fel somatotop, care acționează atît prin intermediul ariei primare, cît și în mai mică măsură direct asupra periferiei. Localizarea ariilor motorii și a altor arii, la cîteva specii de vertebrate, este indicată în Fig. 60.

**Material necesar:** pisica; suport pentru fixat capul animalului; eter, foarfece; bisturiu; trepan; tinctură de iod; electrozi de excitare; stimulator; clește de oase; soluție fiziologică încălzită.

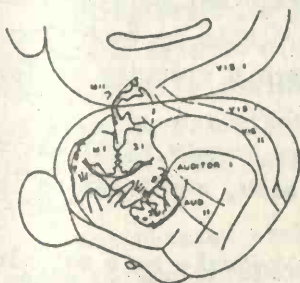
**Tehnica:** se anesteziază cu eter animalul, se fixează capul în suportul de fixare (poate fi folosit aparatul stereotaxic), se depilează tegumentul din zona capului, după care se dezinfectează cu tinctură de iod și se secționează tegumentul pe linia mediană a capului. Se desprinde capătul mușchiului temporal, pentru a se evidenția oasele de pe  $1/2$  a cutiei craniene și anume oasele deasupra porțiunii posterioare a lobului frontal și respectiv porțiunea anterioară a lobului parietal. Se trepanează craniul deasupra osului parietal și se mărește treptat orificiul cu ajutorul cleș-



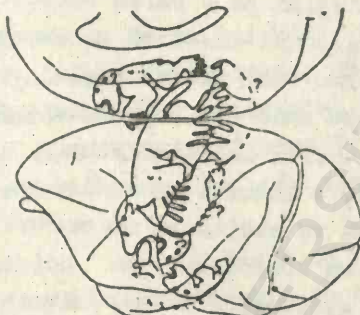
A. SOBOLAN



B. IEPURE



C. PISICA



D. MAIMUTA

Fig.60. Schemele emisferelor cerebrale la speciile indicate, care arată localizarea ariilor motorii primare (M I) și secundare (M II), a ariilor senzoriale somatice (SI, SII) și a ariilor primare și secundare vizuale și auditive. pr.m.=precentral motor; s.m.II=M II. Orientarea proiecției suprafeței corpului, arată un homunculus. Fiecare

schită corespunde cu suprafața laterală a emisferei; porțiunea superioară a fiecărei schițe, corespunde cu suprafața mediană (Din Woolsey, C.N.).

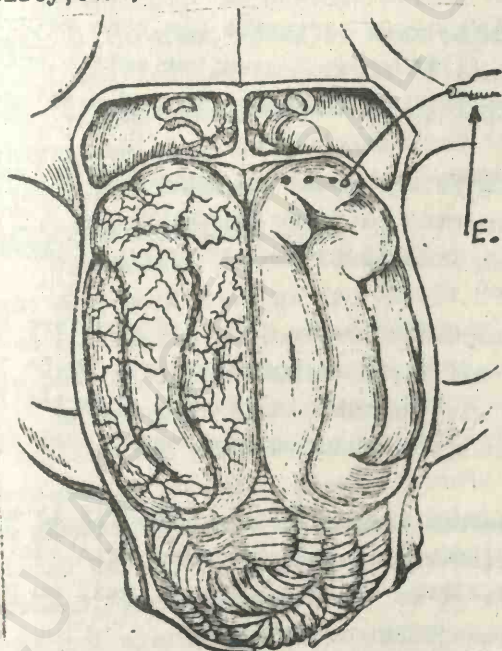


Fig.61. Creier de pisică exteriorizat. Sînt indicate punctele, a căror excitare, determină contracția diferitelor grupe musculare. E=electrod de excitare.



ului de oase, oprind eventualele hemoragii cu ceară, pînă cînd exteriorizăm în întregime aria emisferei din zona ganțului cruciform. Cu un foarfece fin se secționează duramater. Se aplică un tampon, îmbibat în soluție fiziologică încălzită și se așteaptă oprirea completă a hemoragiei.

Se lasă liber membrul anterior și posterior de partea opusă emisferei exteriorizate, pentru a putea executa mișcări.

Se tunde animalul pe o parte oarecare a corpului, unde aplicăm electrodul indiferent-electrod cu suprafața mai mare. Electrodul explorator, sub forma unui fir de argint cu o bilă la capăt (Fig. 61), se aplică în diverse zone ale creierului, fără a comprima cortexul. Se racordează electrozii la stimulator.

La pistică zonele motorii sînt dispuse pe ambele părți ale ganțului cruciform. Se va excita cu un curent slab, sub formă de impulsuri succesive. Se va observa:

1)-pragul de excitație pentru substanța cenușie este mai mic comparativ cu substanța albă de sub substanța cenușie, pe care o înlăturăm cu un bisturiu;

2)-perioada latentă este mai mare după excitarea substanței cenușii, comparativ cu aplicarea stimulului direct pe substanța albă;

3)-excitarea unei anumite arii corticale din zona motorie, cauzează o mișcare coordonată la nivelul anumitor articulații: contracția mușchilor agonisți și inhibiția reciprocă a antagoniștilor;

4)-creșterea intensității excitantului, determină o iradiere la nivelul scoarței, determinînd intrarea în activitate a unui număr mai mare de mușchi; excitanții foarte puternici, cauzează convulsii generalizate.

În locul excitării unipolare, se va folosi o excitare bipolară, distanța dintre electrozi fiind de aproximativ 1 mm. Se va compara gradul de iradiere a excitantului la nivelul scoarței, în cele 2 moduri de excitare a scoarței, odată cu mărirea intensității excitantului.

Recomandări: se va desena harta punctelor motorii la animalul studiat. Se vor descrie efectele motorii obținute, prin excitarea diferitelor zone corticale și se vor formula concluzii cu privire la natura fiziologică a reacțiilor observate.

Intrebări de control: Care sînt caracteristicile morfologice ale zonelor motorii? Ce formă are homunculus motor? Ce funcții îndeplinesc neuronii motori corticali comparativ cu motoneuronii spinali?

#### 41. INREGISTRAREA BIOPOTENTIALELOR CREIERULUI LA OM- ELECTROENCEFALOGRAFIA.

Inregistrările electrice de pe suprafața creierului sau de pe suprafața externă a craniului, demonstrează prezența unei activități electrice continue la nivelul creierului. Atît intensitatea cît și tipul de activitate electrică înregistrată, depind în mare măsură de excitarea generală a creierului prin sistemul reticulat activator.

Activitatea electrică, care prezintă un voltaj foarte redus, poate fi amplificată în măsură suficientă cu ajutorul aparatului numit electroencefalograf.

Potențialele electrice ale creierului pot fi derivate de pe un craniu intact, electrozii fiind amplasați pe pielea capului; ele se transmit prin țesuturile conducătoare ale capului spre suprafața tegumentului, în același mod în care potențialele generate de mușchiul cardiac, ajung în tegumentul cutiei toracice și a extremităților. Inregistrarea activității electrice de pe suprafața tegumentului capului, poartă denumirea de electroencefalogramă (EEG). Activitatea electrică înregistrată cu ajutorul electrozilor de derivație, amplasați pe suprafața cortexului descoperit, se numește electrocorticogramă (ECOG).

Fenomenele bioelectrice de pe o EEG la om se prezintă sub forma unor unde periodice și aperiodice de frecvență diferită. Se deosebesc cîteva tipuri de oscilații periodice (unde ale creierului) ale potențialului :unde alfa, beta, teta, delta.

Undele alfa sînt, unde ritmice cu o frecvență de 8-13/sec și o amplitudine pînă la 100  $\mu V$  (obișnuit 50  $\mu V$ ). Se găsesc pe EEG persoanelor normale, care, cu toate că se află în stare de veghe, se găsesc în repaus fizic și mintal, cu ochii închiși. Se pot înregistra cel mai ușor din zona occipitală, dar se pot găsi pe EEG normale, înregistrate de pe zonele parietale și frontale. În timpul somnului ele dispar în întregime, iar în stare de veghe



centrarea atenției spre un tip specific de activitate mentală, sînt înlocuite prin unde asincrone de frecvență mare și voltaj redus.

Undele beta au o frecvență de 14-35 c/sec și o amplitudine pînă la 25  $\mu$ V. Se înregistrează cel mai frecvent de pe zonele parietale și frontale ale craniului. Sînt de 2 tipuri: beta I și beta II. Undele beta I au o frecvență aproximativ dublă undelor alfa și sînt afectate de activitatea mentală în aceeași manieră ca și undele alfa- înlocuirea lor cu unde asincrone și de voltaj redus. Undele beta II apar în activarea intensă a SNC sau în tensiuni.

Undele teta au o frecvență de 4-7 c/sec și o amplitudine pînă la 150  $\mu$ V. Apar în zonele parietale și temporale la copii, iar la adulți în stări emoționale îndeosebi în deziluzii și frustrări.

Undele delta cuprind toate undele de pe EEG sub 3,5 c/sec avînd uneori o frecvență de 1 c/2-3 secunde. Apar în timpul somnului profund și în stări patologice ale creierului (Fig. 62).

Deci, formele descrise de activitate bioelectrică ritmică, apar în diferite zone ale emisferelor cerebrale și depind de starea lor funcțională. La majoritatea oamenilor în stare de veghe în lipsa excitanților puternici, se înregistrează ritmul alfa, cu precădere în zona occipitală și parietală. Sub acțiunea oricărui excitant nou, apare reflexul de orientare, care se manifestă pe EEG la om, sub formă de desincronizare (activare) și inhibarea ritmului alfa (Fig. 63).

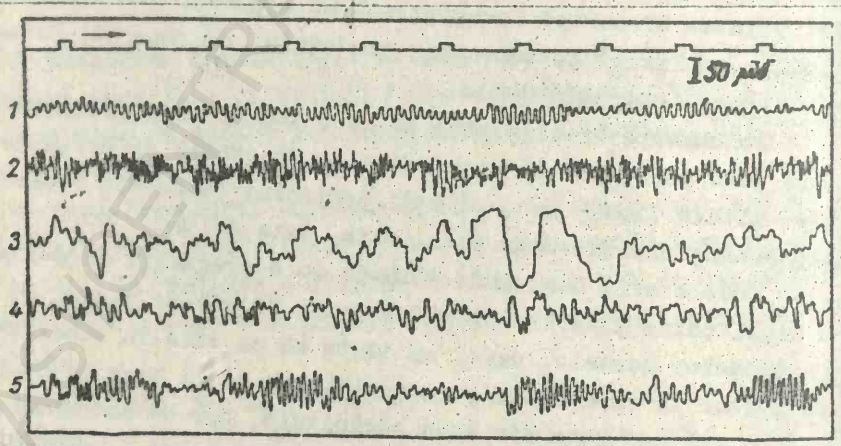


Fig. 62. Ritmurile de bază ale scoarței cerebrale la om. 1-ritm alfa; 2-ritm beta; 3-ritm delta; 4-ritm teta; 5-ritm gamma sau fusuri. Sca- timpul 1 sec.

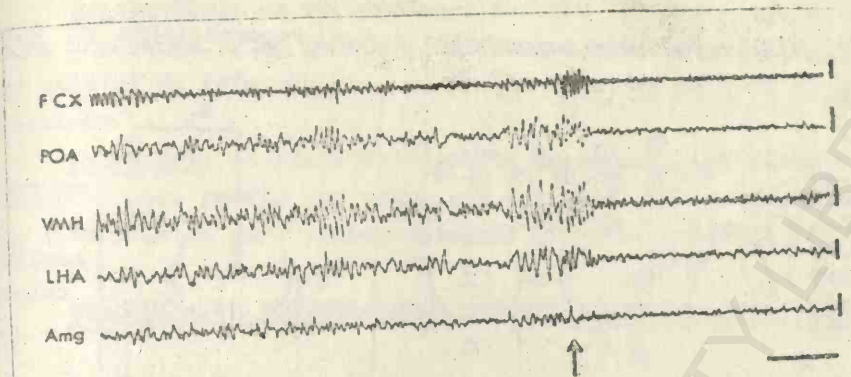


Fig.63. EEG înregistrată din zone subcorticale la un goblin somnoros. FCX-cortexul frontal; POA-aria preoptică; VMH-nucleul ventromedian hipotalamic; LHA-aria hipotalamică laterală; Amg-amigdala. Desincronizarea EEG produsă de un zgomot puternic (săgeata). Calibrarea 100  $\mu$ V, 1 sec.

Echipament necesar: electroencefalograf; cameră ecranată; fotofonostimulator; cască cu electrozi; pastă specială pentru electrozi.

Mod de lucru: se preferă ca înregistrarea să se efectueze în camere ecranate, care ecranează acțiunea cîmpurilor electromagnetice asupra obiectului.

Este important ca între electrozii de derivare și tegument, să existe o rezistență redusă. Dînd părul la o parte, se degresează tegumentul cu alcool. Aplicăm pe electrozi o pastă specială (în lipsa pastei se folosesc tamponi de vată imbibate cu soluție fiziologică) și se fixează pe tegument cu ajutorul curelurilor. Rezistența electrozilor nu trebuie să depășească 10-15 K $\Omega$ .

Schema de amplasare a electrozilor pe capul pacientului, depinde de numărul și caracterul proceselor înregistrate simultan. Una din modalitățile de dispunere a electrozilor este arătată pe Fig.64. Electrocul indiferent se aplică pe lobulul urechii (Fig.65). Se racordează electrozii la comutatorul electrozilor, cu ajutorul căruia putem combina în diferite variante amplificatorul cu electrozii (Fig.65).

Pentru interpretarea corectă a EEG, este necesară cunoașterea artefactelor posibile generate de rețeaua de alimentare, mișcarea electrozilor, mișcările ochilor, a pielii capului, strîngerea maxilarului, mișcări de mimă etc. De aceea înainte de experiență, se



înregistrează artefactele posibile; pentru recunoaşterea lor ulterioară.

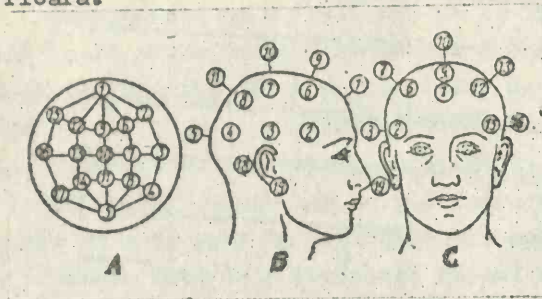


Fig. 64. Schema de dispunere a electrozilor pe capul persoanei examinate.

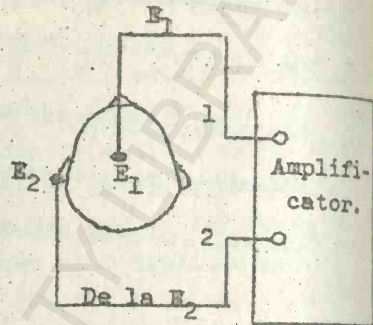


Fig. 65. Dispunerea electrozilor și derivarea electroencefalogramei. E2-electrod indiferent; E1-electrod diferent.

1)-Se fixează pe electroencefalograf diapazonul frecvențelor înregistrate în limitele 2-75 Hz.

2)-Se conectează galvanometrele de înregistrare și se observă comportarea penițelor înscritoare; se fixează amplificarea necesară (după amplitudinea deplasării penițelor înregistratoare).

3)-Se conectează mecanismul de derulare a panglicii de hîrtie cu viteza de 1,5 cm/sec.

4)-Deplasînd comutatorul pe calibrare, se înregistrează calibrarea la amplificarea și sensibilitatea aparatului în momentul respectiv.

5)-Se comutează aparatul pe înregistrarea biopotențialelor.

6)-Se pune în mișcare panglica de hîrtie și se înregistrează artefactele.

7)-Se înregistrează EEG de fond-subiectul stînd cu mușchii relaxați și ochii închigi, se observă după cîteva minute apariția pe EEG a ritmului alfa.

8)-Se va observa inhibarea ritmului alfa după deschiderea ochilor.

9)-De observat influența excitării luminoase (stimul luminos intermitent-SLI-) asupra EEG.

10)-După relaxarea mușchilor și închiderea ochilor, se înregistrează EEG. După ce apar undele alfa, se cuplează excitantul sonor (sunet de la un generator de ton de 600Hz) și se observă modificările ce apar.

11)-Se calibrează din nou înregistrarea.

Recomandări: se vor prelucra curbele înregistrate. Se va determina frecvența, forma undelor; modificarea ritmului alfa. Se va ataga la caietul de referate cite un fragment de EEG de fond și după acționări.

Intrebări: ce stare funcțională caracterizează ritmul alfa? Ce modificări pe EEG vor apare sub acțiunea unui excitant dureros? Ce este reacția de " desincronizare" și în ce condiții apare?

#### 42.DERIVAREA POTENTIALEROR EVOCATE DE PE SCOARTA CEREBRALA

Dacă aplicăm un excitant pe oricare segment al sistemului aferent: receptor, nerv, calea de conducere sau centrul subcortical- în scoarța emisferelor cerebrale apar ca răspuns potențiale bioelectrice. Răspunsurile care apar în diferite zone corticale, au o configurație și o perioadă latentă diferită. Pe fig.66 sînt reprezentate potențialele evocate, care apar în partea rostrală a cortexului cerebral la pisică, ca urmare a excitării n. sciatic. Răspunsurile corticale, care au perioada latentă cea mai scurtă și o amplitudine evidentă, se numesc răspunsuri primare. Ele apar în acea porțiune corticală, unde se termină ultimul neuron al căii aferente specifice. Pe aceste căi excitația ajunge la nivelul scar- ței în cel mai scurt timp, ceea ce explică perioada latentă mică. Folosind procedeul potențialelor evocate, s-a putut delimita zona de proiecție corticală a diferitelor sisteme aferente (Fig.60). Se consideră că zonele corticale, la nivelul cărora se pot înregistra răspunsurile primare, ca urmare a excitării diferitelor sisteme aferente ( somatice, auditive, vizuale, etc.), reprezintă capetele centrale ale analizatorilor respectivi. În prezent această metodă se aplică în clinică în scopul diagnosticării sistemelor aferente.

Răspunsurile care apar în alte zone corticale și care se caracterizează printr-o perioadă latentă mult mai mare, sînt potențiale transmise prin căi nespecifice, plurisinaptice. Aceste căi pot trece prin diferite structuri subcorticales: formația reticulată a trunchiului cerebral, diferiți nuclei talamici, etc.

Echipament necesar: instalația pentru derivarea potențialelor evocate (amplificator de curent alternativ, oscilograf catodic, stimulator), electrozi corticali de derivare; electrozi pentru exci-



tarea nervului; soluție Ringer pentru homeoterme; cloraloză sau nembotal; animal (pisica sau gobolan).

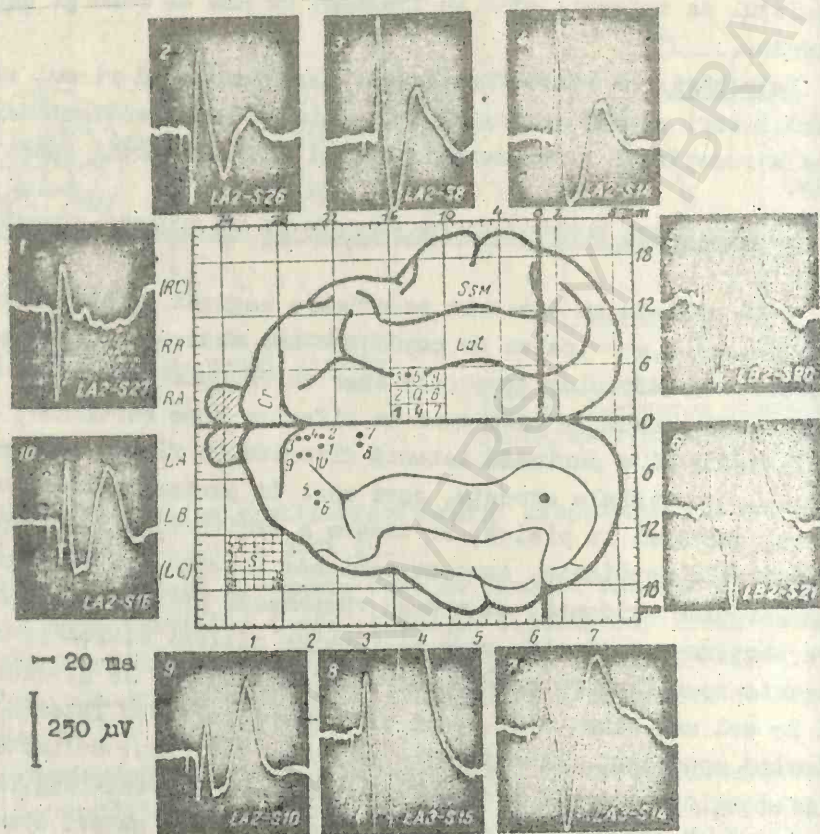


**Fig.66.** Potențialele evocate, apărute în zona rostrală a scoarței cerebrale ca răspuns la stimularea n.scia-tic. 1-2 și 9-10-răspunsuri primare; 3-8-diferite forme de răspunsuri secundare.

**Tehtnică:** se anseamblează instalația (Fig.28). Stimulatorul se sincronizează cu oscilograf. Electrocul de derivare se racordează la intrarea în amplificator. Se racordează ieșirea de la amplificator cu intrarea în oscilograf. Desfășurarea spotului pe ecranul oscilografului-5-6mm/10 msec.

În timp ce se încălzesc aparatele, se pregătește animalul. După anestezia animalului (cloraloza 60 mg/Kg; nembotal 40 mg/kg i.m.), se fixează capul într-un dispozitiv de fixare a capului. Se secționează pe linia mediană înveligurile moi ale craniului. Se depărtează tegumentul și cu o răzucă se desprinde m.ter

poral de pe o parte a craniului. Se oprește hemoragia cu tampoane de vată. Cu ajutorul unui trepan, se trepanează craniul în zona sa rostrală. Cu un ciupitor de oase se mărește orificiul trepanat încât acest orificiu să se găsească în spatele circumvoluției sigmoide și să fie vizibil șanțul sigmoid și capătul anterior al șanțului lateral (vz. Fig. 66, pătratele LA-2 și LB-2). Se înlătură duramater și se umectează periodic suprafața corticală cu soluție fiziologică încălzită ( $37-38^{\circ}\text{C}$ ).

Se descoperă n. sciatic de pe membrul posterior opus emisferei descoperite. Se fixează electrodul indiferent (ac de oțel, sau alt metal ascuțit și argintat) într-un sinus osos (lovind cu un ciocan chirurgical, îl introducem în sinus la o adâncime de cel mult 3-5 mm). Nervul sciatic îl aplicăm pe electrodul de excitare, pe care îl conectăm cu stimulatorul. Se excită n. sciatic cu excitanți unici.

În timp ce excităm n. sciatic, se deplasează electrodul de derivare pe suprafața cortexului în zona mediană a circumvoluției sigmoide posterioare și aflăm zona din care se culeg răspunsurile primare (Fig. 66). Se cercetează zona corticală din apropierea zonei răspunsurilor primare, adică zonele unde apar reacțiile secundare.

Recomandări: Se va desena schema instalației. Se va desena forma răspunsurilor observate, harta lor de răspândire pe suprafața scoarței, configurația și polaritatea diferitelor faze.

Intrebări de control: Care sînt căile de conducere ale impulsurilor, ce dau naștere potențialelor evocate prin excitarea nervului sciatic?

#### 43. PROPRIETĂȚILE POTENȚIALELOR EVOCATE PRIMARE ȘI SECUNDARE ALE SCOARȚEI EMISFERELOR CEREBRALE.

Dacă comparăm între ele diferite reacții bioelectrice, care apar în diferite zone corticale, ca răspuns la acțiunea unui excitant oarecare, se observă că o categorie de reacții au perioada latentă cea mai scurtă. Aceste reacții diferă de toate celelalte și prin aceea că apar în zone precise și strict delimitate. Ele prezintă o configurație tipică, o durată caracteristică a fazelor separate și o stabilitate mare la acțiunea excitanților de frecvență crescîndă. Aceste reacții, ce apar prima dată în cortexul cerebral, ca răspuns la acțiunea excitentului, au fost denumite răspunsuri (potențiale evocate) primare (Fig. 67). La diferite sisteme



senzoriale , perioada latentă a răspunsurilor primare diferă. Astfel, prin excitarea n. sciatic se pot colecta răspunsuri primare cu o perioadă latentă de 10-12 msec; în urma stimulării nervilor plexului brahial-8-9 msec, iar după un stimul luminos puternic-5 msec.

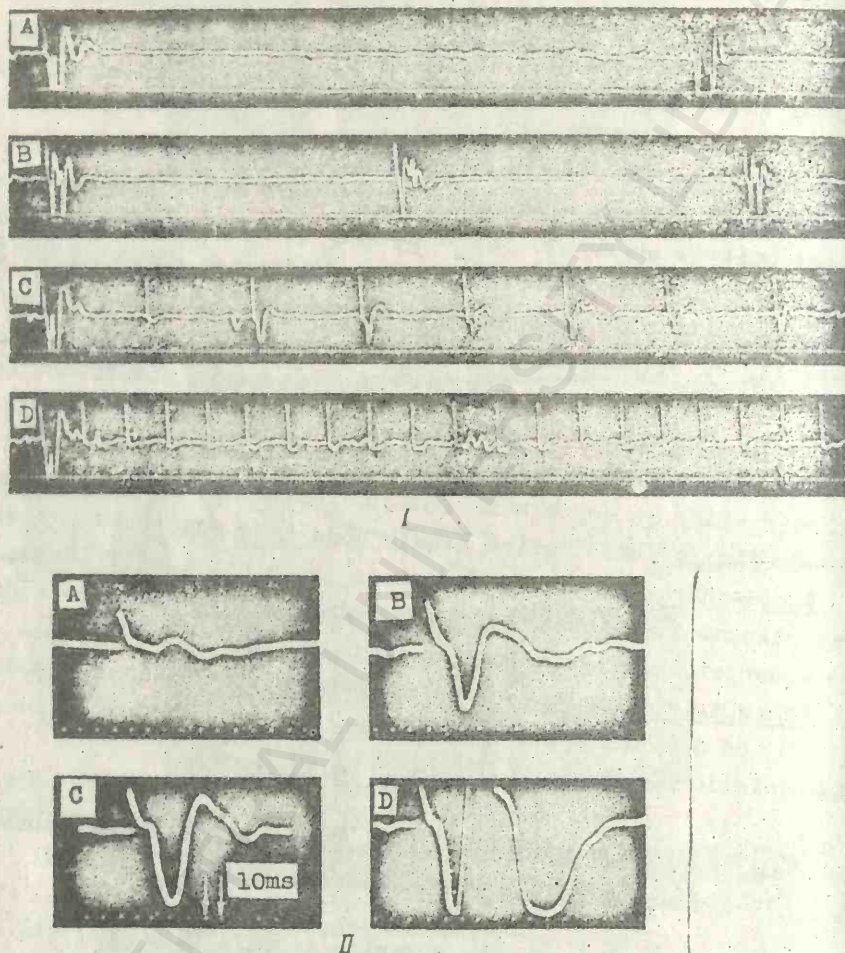


**Fig. 67.** Compararea proprietăților răspunsurilor primare și secundare ale scoarței emisferelor cerebrale la pisică. I: A-D-răspunsuri din aria somestezică I la excitarea n. sciatic cu frecvență crescândă (A-0,5 Hz; B-1 Hz; C-4 Hz; D-8 Hz). II-răspunsurile aceleiași zone corticale la excitarea n. sciatic cu excitanți de intensitate crescândă. Intensitatea excitantului crește de la A la D.

Răspunsurile primare încep totdeauna cu faza pozitivă, care durează 10-12 msec după care urmează faza negativă. Mărima fazei pozitive

tive depinde de felul și modul de aplicare al excitantului, numărul sinapselor, gradul narcozei, etc. În privința originii sale, faza pozitivă reprezintă un potențial electrotonic local, derivat de pe straturile superficiale ale scoarței cerebrale, în momentul sosirii impulsurilor aferente spre zona elementelor corticale profunde. Faza pozitivă poate fi privită ca un test al caracterizării stării funcționale ale straturilor corticale profunde (III, IV). Faza negativă care urmează, reflectă activarea neuronilor din straturile corticale superficiale, spre care sosesc impulsurile prin colateralele axonice ascendente ale neuronilor piramidali din straturile corticale profunde. Deci, faza negativă caracterizează starea funcțională a stratului dendritic cortical (I, II).

La un animal cu narcoză mai superficială, se menține activitatea electrică spontană a creierului, ceea ce îngreuiază diferențierea pe acest fond a potențialelor evocate. Prin mărirea narcozei, activitatea spontană apare sub forma unor unde rare de amplitudine joasă, iar potențialul evocat apare sub forma bifazică. La o narcoză mai puternică, activitatea spontană diminuează și mai mult, iar potențialul evocat devine monofazic, pozitiv.

Reacțiile secundare se caracterizează printr-o variabilitate mai mare. Unele încep cu faza pozitivă, altele cu faza negativă. Ele apar atât în zona de proiecție primară, cât și în alte zone corticale. Au perioada latentă mai mare. Unele reacții secundare au o perioadă latentă numai cu 3-4 msec mai mare comparativ cu răspunsurile primare, în timp ce alte răspunsuri secundare au o perioadă latentă de 80-100 msec. Sunt mai puțin stabile la excitații repetate și uneori chiar la o frecvență de 1-2 Hz nu apar după fiecare excitant.

Cercetările recente acordă o mare importanță răspunsurilor secundare, deoarece se consideră că apariția lor, reflectă diferite etape de prelucrare a informației senzoriale. Cunoșcând timpul apariției reacției secundare cât și zonele corticale unde apar, putem să ne formăm o imagine cu privire la zonele corticale și ordinea lor de intervenție în prelucrarea informației senzoriale și formarea reacțiilor de răspuns.

Echipament necesar: instalația pentru înregistrarea potențialelor evocate; trusă cu instrumentar chirurgical; animal (pisică sau șobolan).



1. Compararea reproducerii răspunsurilor primare și secundare funcție de frecvența excitantului.

Tehnica: instalarea aparatelor, pregătirea animalului și înregistrarea, se fac ca în lucrarea 42. După ce localizăm focarul activității maxime pentru răspunsuri primare, cauzate de stimulări izolate ale n. sciatic, se aranjează stimulatorul pe regim de impulsuri automate și măbind treptat frecvența de excitație, observăm pe ecranul oscilografului modificările, ce apar în răspunsurile primare și secundare. Se vor compara cu înregistrările de pe Fig. 67, I.

2. Cercetarea pragului de evocare a reacțiilor primare și secundare.

Aplicând pe n. sciatic impulsuri izolate, de mărime crescândă (ca amplitudine, dar constante ca timp), urmărim apariția și caracterul ambelor tipuri de reacții. Se vor compara cu înregistrările de pe Fig. 67 II.

Intrebări de control: Ce puteți spune, pe baza rezultatelor proprii, referitor la stabilitatea fazelor pozitive și negative a răspunsurilor primare? Comparând răspunsurile primare și cele secundare, ce puteți spune cu privire la proprietățile căilor aferente?

#### 44. POTENTIALELE EVOCATE CEREBELOASE.

Cercetările efectuate pe cerebel au arătat că într-un fel sau altul, el intervine în toate reacțiile posibile ale organismului. Manifestă o influență asupra actelor motorii și stării funcționale a aparatului locomotor; influențează activitatea organelor interne, exercită o influență reglatoare asupra sistemului nervos vegetativ, sistemelor conducătoare aferente, etc.

Metodele electrofiziologice au adus date noi cu privire la funcția cerebelului. Astfel, înregistrându-se potențialele evocate, s-a demonstrat că ele pot apare în scoarța cerebeloasă ca răspuns la excitarea oricărui sistem senzorial. În felul acesta s-a stabilit că sistemele aferente își au o reprezentare în anumite zone cerebeloase. Comparativ cu zonele corespunzătoare corticale, la nivelul cerebelului ele nu sînt atît de strict delimitate, între ele existînd și suprapuneri destul de mari.

Echipament necesar: instalația pentru înregistrarea potențiale-

lelor evocate; trusa de instrumente chirurgicale; piscică.

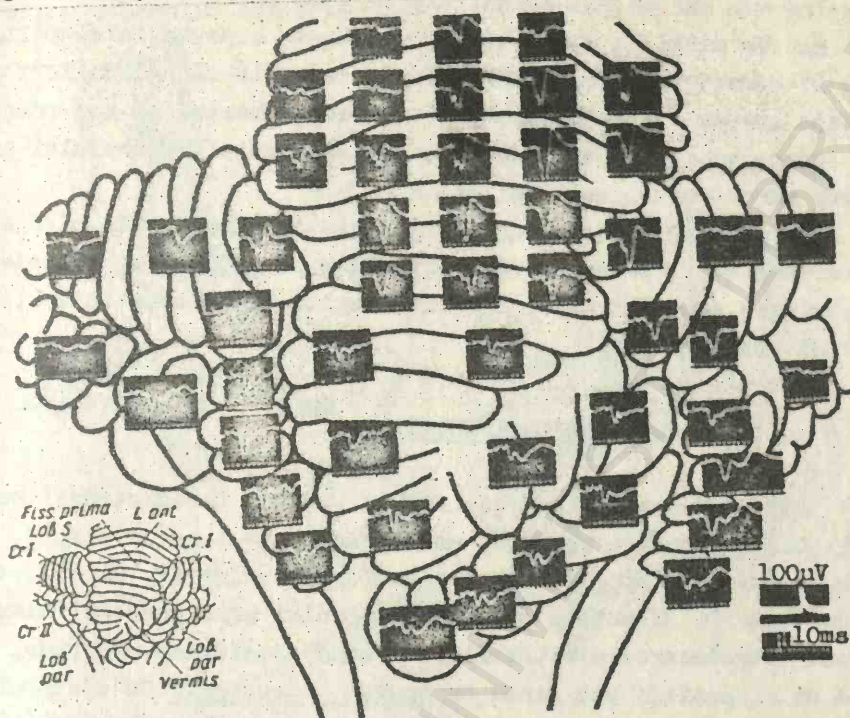


**Fig. 68.** Răspîndirea potențialelor evocate pe suprafața scoarței cerebeloase, ce apar ca răspuns la excitarea n. pelvic.

**Tehnica:** animalul narcotizat în prealabil, se fixează cu capul într-un suport. Se secționează tegumentul de la protuberanța occipitală pînă în zona gîtului. Cu o răzușă desprindem mușchii de pe craniu și eliberăm toată regiunea occipitală pînă la nivelul primelor vertebre cervicale. Trebuie să fim atenți de a nu leza venele și arterele de pe ambele părți din zona respectivă. Cu ajutorul unui trepan înălțurăm oasele din zona craniului respectiv și, pătrunzînd în orificiul creiat cu o sondă canelată, desprindem duramater. Înălțurarea oaselor cutiei craniene trebuie făcută cu multă atenție, deoarece, de multe ori, ele se sudează de duramater încît înălțurarea lor cauzează traumatizarea venelor paraterminale. Creieragul suportă greu hemoragia și ca urmare activitatea lui poate fi mult diminuată.

Procedăm în continuare ca la înregistrarea oricărui potențial evocat (vz. lucrarea 42). Se excită n. sciatic și prin deplasarea electrodului de derivare unipolar pe suprafața scoarței cerebeloase-



se, observăm caracterul potențialelor care apar.

Se vor stabili: a)-zonele de derivare a potențialelor(Fig. 68); b)-caracterul răspunsurilor; c)-pragurile răspunsurilor; d)-relația lor cu excitații repetate( frecvența maximă de reproducere).

Recomandări: se va desena schema suprafeței cerebelului și se vor marca zonele cele mai active.

Intrebări:se vor compara caracteristicile potențialelor evocate cerebrale și cerebeloase.Amplitudinea potențialelor evocate cerebeloase este mai mare, în cazul excitației n. sciatic ipsilateral sau contralateral?

#### 45.TEHNICA STEREOTAXICA.

Dacă amplasarea electrozilor, în vederea înregistrării activității bioelectrice a scoarței cerebrale, este relativ simplă, datorită dispunerii superficiale a suprafeței explorate, care poate fi expusă vederii directe a experimentatorului prin procedee simple, atunci introducerea electrozilor în zone encefalice profunde, necesită un dispozitiv sub formă de aparat stereotaxic.Cu ajutorul acestui aparat, introdus pentru prima dată de către Horsley și Clark, se poate introduce electrodul, canula, bisturiul, sau oricare alt instrument, în anumite structuri nervoase, fără controlul vizual direct.Localizarea structurilor nervoase subcorticale, se determină după un sistem de coordonate dreptunghiulare, folosind anumite repere externe de pe craniu, sau alte puncte de referință. Pentru fiecare specie de animal, la care se folosește metoda stereotaxică, există atlase stereotaxice ale creierului, în care sînt indicate pentru fiecare nucleu encefalic 3 valori ale coordonatelor.

Există o multitudine de aparate stereotaxice de diferite construcții, destinate diferitelor animale.Aparatele stereotaxice obișnuite constau din 2 părți principale (Fig.69): dispozitiv de fixare a capului într-o poziție determinată și un dispozitiv ce permite deplasarea portoelectrodului pe o distanță măsurată în sistemul dreptunghiular sau polar de coordonate.

Prima parte constă, de obicei, din 2 bare, ce se introduc în canalul auditiv extern și un suport pentru maxilarul superior.Tot acest dispozitiv determină suprafața bazală de referință(planul de fixare a capului), care trebuie să rămână constantă la toți indi-

vizii operați și să coincidă cu suprafața bazală, folosită la întocmirea atlasului stereotaxic.

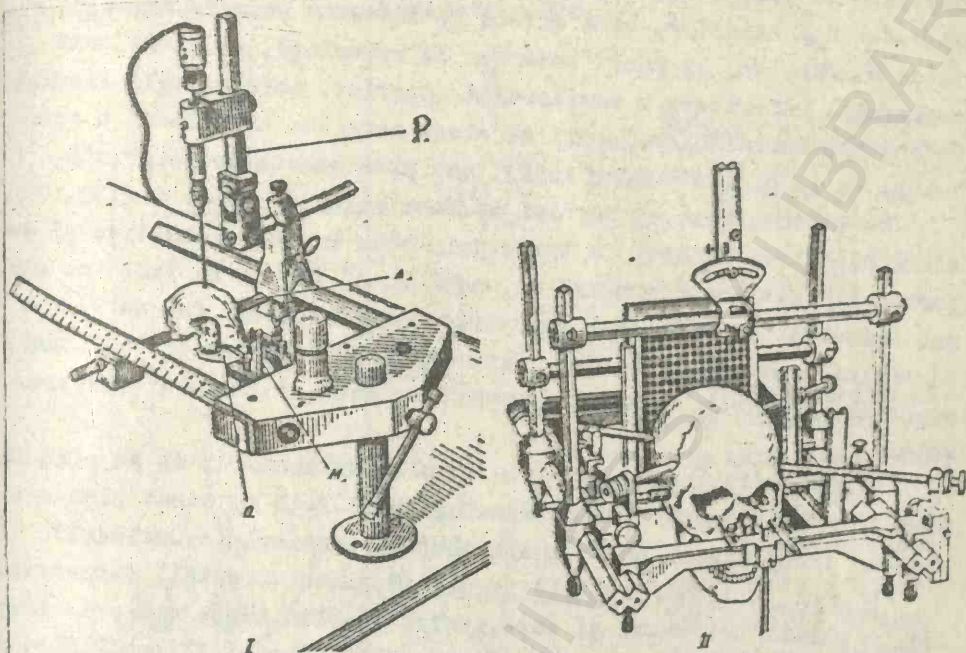


Fig. 69. Tehnica stereotaxică. I-aparat stereotaxic pentru animale. A-bare de urechi; O-fixatirul orbitei; M-suportul maxilarului; P-portelectrodul. II-dispozitiv stereotaxic pentru intervenții neurochirurgicale pe creierul de om.

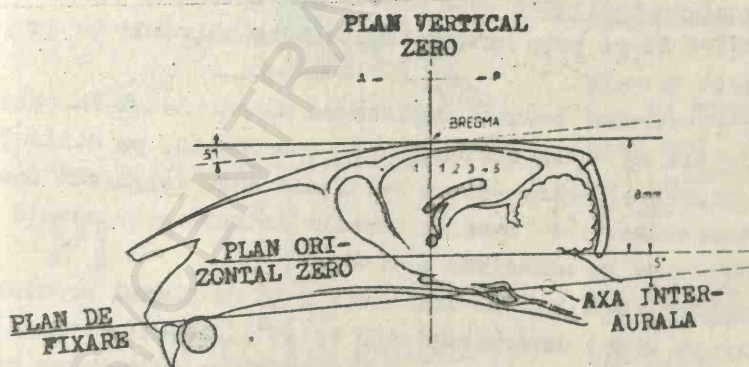


Fig. 70. Secțiune sagitală prin craniul și creierul de șobolan indicând modul de fixare a capului în aparatul stereotaxic și suprafețele de referință (După Szentágothai și col. 1968)

Suprafața bazală se alege în așa fel, încât să fie aproximativ



paralelă cu baza craniului. Ea trece prin axa interaurală și punctul de referință anterior, care diferă la diferite animale. La majoritatea animalelor, ca punct anterior de referință, se alege zona suprafeței inferioare a maxilarului superior, care se află imediat în spatele incisivilor. Uneori se alege marginea inferioară a orbitelor, ca la picisă (Jasper 1952), sau alte puncte de referință.

La gobolan fixarea capului se face obișnuit ca în Fig. 70, adică planul de fixare, ce trece prin cele 2 canale auditive și suportul incisivilor, formează un unghi de  $5^{\circ}$  (nasul în jos), cu planul orizontal de deplasare a portelectrodului. Acest fel de fixare a capului prezintă avantajul, deoarece bregma devine cel mai înalt punct craniometric, ceea ce ușurează orientarea vârfului electro-dului.

Planul orizontal zero, este un plan orizontal, ce se află la 8 mm adâncime față de bregma (Szentagothai). Față de acest plan orizontal, încep măsurătorile creierului pe verticală (vz. atlasul).

Planul vertical (frontal) zero, este planul frontal, perpendicular pe planul orizontal și care, pentru gobolan, trece ori prin bregma (Szentagothai) sau prin axa interaurală (König și Klippel). Secțiunile de creier, care se fac anterior acestui plan, sînt marcate pe atlas cu A iar cele făcute posterior - cu P urmate de cîte o cifră care indică distanța față de planul vertical zero.

Planul sagital zero este planul perpendicular pe linia orizontală și care trece prin sutura sagitală, ce coincide cu ganțul interemisferic.

Portelectrodul permite deplasarea electro-dului în cele 3 planuri paralele cu axele sistemului de coordonate, pe distanțe măsurate cu precizie. Deplasarea pe verticală este asigurată uneori cu guruburi micrometrice, ceea ce permite introducerea exactă a microelectrodului la adîncimea dorită.

Portelectrozii pot fi înclinați față de planul frontal sau sagital, cu un unghi determinat (pînă la  $45^{\circ}$ ). Aceasta permite explorarea acelor zone de creier, ce nu pot fi abordate de pe suprafața dorsală a craniului.

Pentru folosirea metodei stereotaxice, au fost întocmite atlas stereotaxice pentru diferite specii de animale. Atlasurile stereotaxice sînt fotografii ale secțiunilor creierului, efectuate la diferite distanțe (0,2-1 mm, sau alte măriri) față de planul frontal zero. Toate secțiunile se fac paralel cu acest plan de refe-

rință. Distanța secțiunii fotografiate, față de planul frontal zero, se indică în colțul fotografiei. Un exemplu de atlas, pentru hipotalamusul de gobolan, este indicat în Fig. 71.

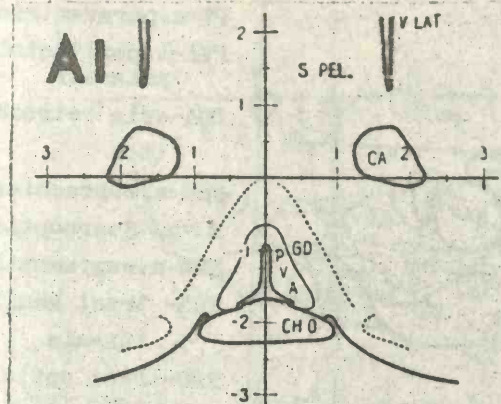
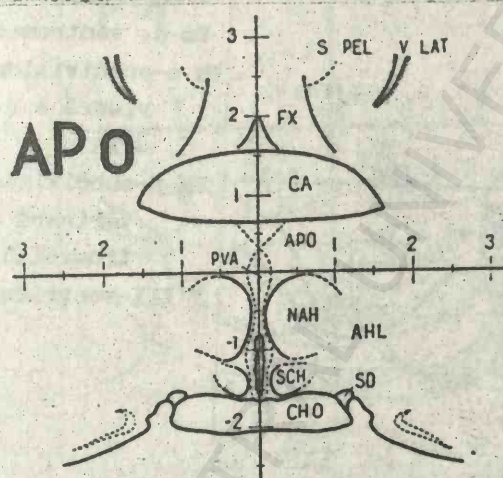


**Fig. 71.** Atlas stereotaxic de gobolan, indicând subdiviziunile nucleare de bază a hipotalamusului

(După Szentagothai și col. 1968).



Prescurtările de bază folosite:

AHL-aria hipotalamică laterală.

AHP-aria hipotalamică posterioară.

APO-aria preoptică

ARC-nucleul arcuat

CA-comisura anterioară.

CHO-chiasma optică

DM-n. dorsomedian

FX-fornix

LAHY-lobul anterior al hipofizei.

MFB-fasciculul median proencefalic

ML-n. mamilar lateral

MM l-subdiviziunea laterală a n. median mamilar.

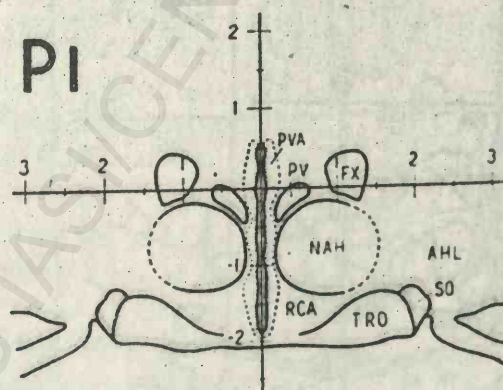
MM m-subdiviziunea mediană a n. median mamilar.

NAH-n. anterior hipotalamic

P INF-process infundibular

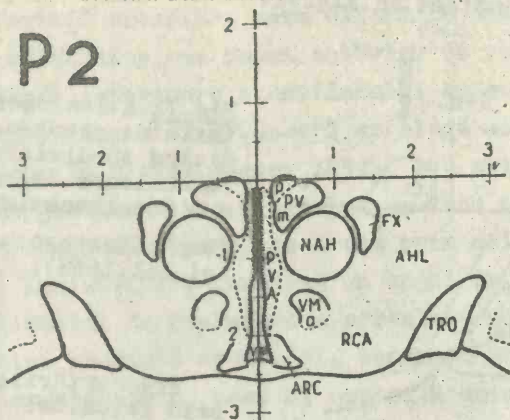
PL-n. mamilar prelat

PMD-n. dorsal preamilar





P2



PMV-n.premamilar ventral  
PV-n.paraventricular  
PVA-n.periventricular  
anterior

RCA-aria retrochiasma-  
tică

SCH-n.suprachiasmatic

SO-n. supraoptic

SUM-n.supramamilar

THM- tract mamilo-  
talemic

TRO-tract optic

V LAT-ventricul lateral

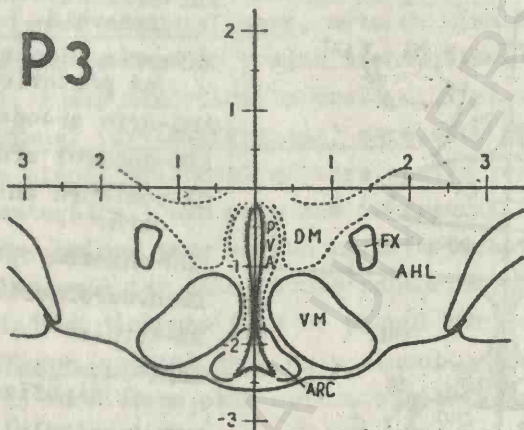
Vm-n. ventromedian

VM a-subdiviziunea ante-  
rioară a n.ventrome-  
dian

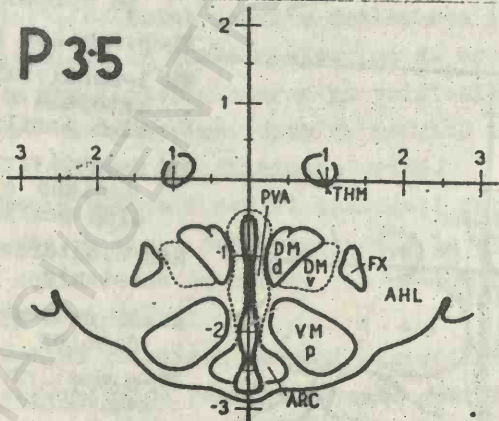
VM p-subdiviziunea post-  
terioară a n. ven-  
tromedian.

V III-ventriculul III

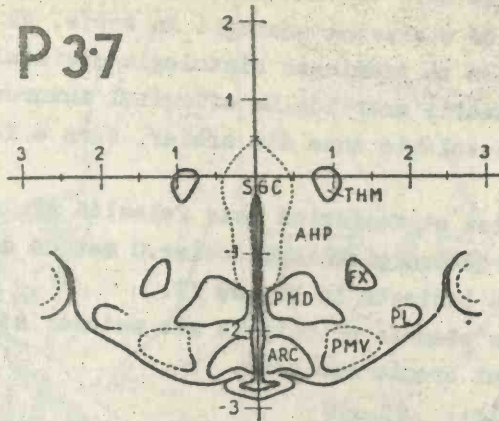
P3



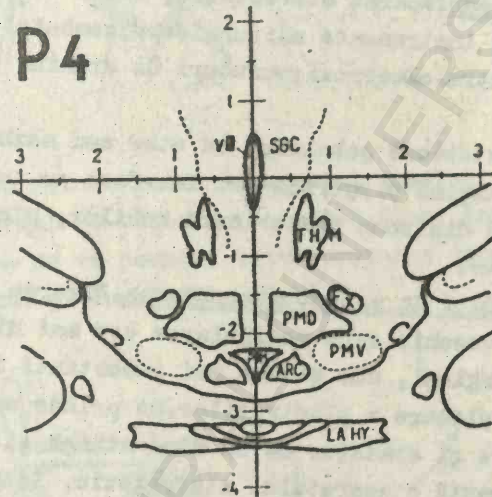
P35



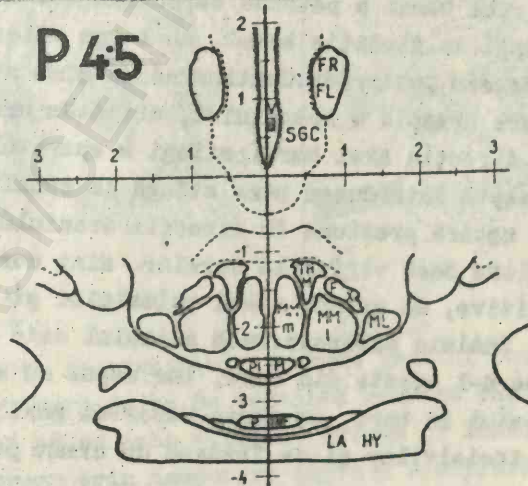
P37



P4



P45





Orice atlas stereotaxic trebuie folosit cu unele rezerve. Se recomandă ca înainte de a efectua operații în serie, să se opereze un animal, după care să se examineze histologic creierul animalului, în vederea eliminării erorilor. La sfârșitul tuturor experiențelor, se verifică histologic zona din creier, care a fost explorată.

În prezent tehnica stereotaxică este folosită și în clinică, în intervențiile neurochirurgicale pe creier. O metodă de fixare a craniului de om, este indicată în Fig. 69 II.

Descriem mai jos etapele principale ale metodei stereotaxice, folosite în experiment cronic sau acut.

#### Experiment cronic.

Echipament necesar: aparat stereotaxic; atlas stereotaxic pentru gobolan; trusă de instrumente chirurgicale; nembital 4,5%; alcool iodat; soclu pentru electrozi; suruburi de craniu; ciment dentar ată chirurgică.

Tehnica: se anesteziază gobolanul cu eter sau nembital (4,5 mg/kg-g.c. i.p.). Cu o mașină electrică sau foarfecă se tunde capul animalului, începând din zona posterioară ochilor, până în zona posterioară urechilor.

Fixarea animalului în aparat stereotaxic. Fixarea capului animalului în bare de urechi, este manipularea cea mai dificilă din tot procedeul chirurgical, dar și cea mai importantă în determinarea exactității de plasare a electrozilor. Se prinde capul animalului, cu degetul mare și arătător de la mîna stîngă și introducem bara din partea dreaptă a aparatului stereotaxic, în canalul auditiv drept. Dacă vârful barei a pătruns corect în meatul auditiv, atunci apăsînd capul în direcția barei, nu-l vom putea deplasa în sus, jos, anterior sau posterior. Continuuînd cu mîna stîngă să presăm capul spre bara dreaptă a aparatului, orientăm urechea stîngă a animalului, în direcția axei barei stîngi a aparatului stereotaxic. Cu mîna dreaptă introducem bara stîngă în canalul auditiv stîng, aplicînd o ușoară presiune în direcția craniului (Fig. 71, 2).

Ca să verificăm dacă vîrfurile barelor sînt corect plasate în meaturile auditive, se prinde nasul animalului și încercăm să-l mișcăm înapoi și înainte puternic. Dacă animalul este fixat corect, este imposibil de a-l scoate din bare, iar capul nu se deplasează. După fixarea capului în bare, se aduce suportul maxilarului imediat în spatele incisivilor și se fixează cu clema pentru nas.

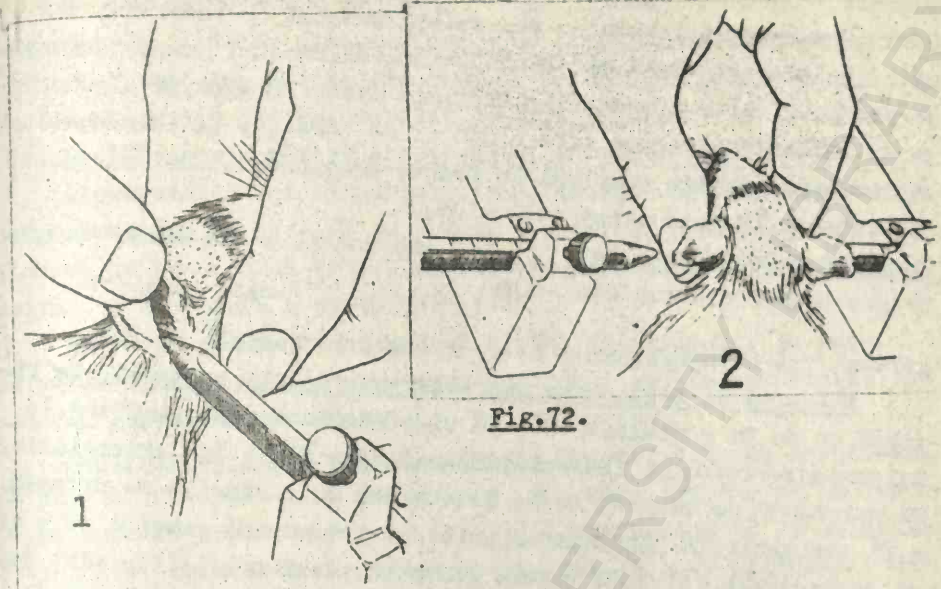


Fig. 72.

Ungem cu alcool iodat tegumentul capului, după care-l secționăm cu bisturiul pe o distanță de 2-2,5 cm, începând din spatele ochilor, ceea ce va permite exteriorizarea ambelor puncte cranio-metrică-bregma și lambda (Fig. 73, 1)

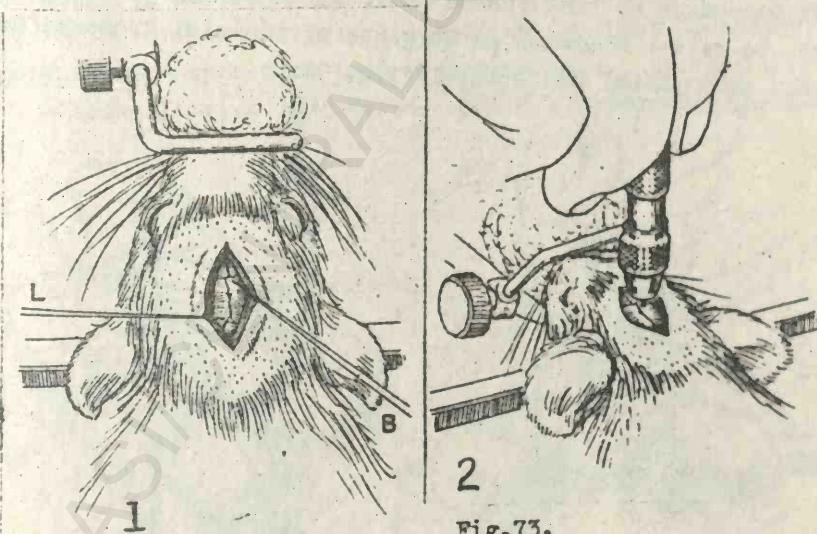


Fig. 73.

După secțiunea tegumentului, se rade țesutul conjunctiv al periostului, care aderă de os. Se continuă raderea osului până când osul rămâne curat și ne apar vizibile bregma și lambda. Eventualele nemoragii se opresc prin tamponare cu vată sterilă. Punctul bregma (B)



reprezintă punctul de intersecție la mijloc a oaselor frontale și parietale. Punctul lambda(L) reprezintă punctul de intersecție a suturii interparietale cu sutura lambdoidă. Punctul bregma servește ca punct de reper stereotaxic. Distanța dintre bregma și lambda poate fi folosită pentru a afla factorul de corecție al coordonatelor stereotaxice pentru șobolani cu creier considerabil mai mic decât cel folosit la întocmirea atlasului:

$$\frac{\text{Bregma-Lambda(șobolan dat)}}{\text{Bregma-Lambda(șobolan din atlas)}} \times \text{coordonatele din atlas} = \text{coordonate corectate.}$$

Atlasul lui Szentagothai a fost efectuat pe masculi de 200g.

Marcarea și trepanarea punctelor coordonate pe craniu. Se fixează un ac în portelectrod, pe care-l deplasăm în coordonatele anteroposterioare și laterale, determinate din atlas stereotaxic. Se marchează pe craniu, cu un creion sau ac, locurile ce urmează a fi trepanate. În punctele marcate, se trepanează craniul cu o freză dentară (Fig. 73, 2). Ca regulă generală, dacă orificiile sînt destinate pentru implantări de electrozi cronici, ele se fac mici; dacă pe timpul experienței, trebuie să deplasăm electrodul, funcție de controlul fiziologic al poziției electrodului, atunci ele se fac mai mari. Trepanarea craniului se face pînă la nivel de duramater. Duramater se secționează cu vârful unui ac hipodermic de seringă, pe care-l deplasăm pe marginea orificiului trepanat (nu prin apăsare pe mijlocul orificiului) (Fig. 74, 1)

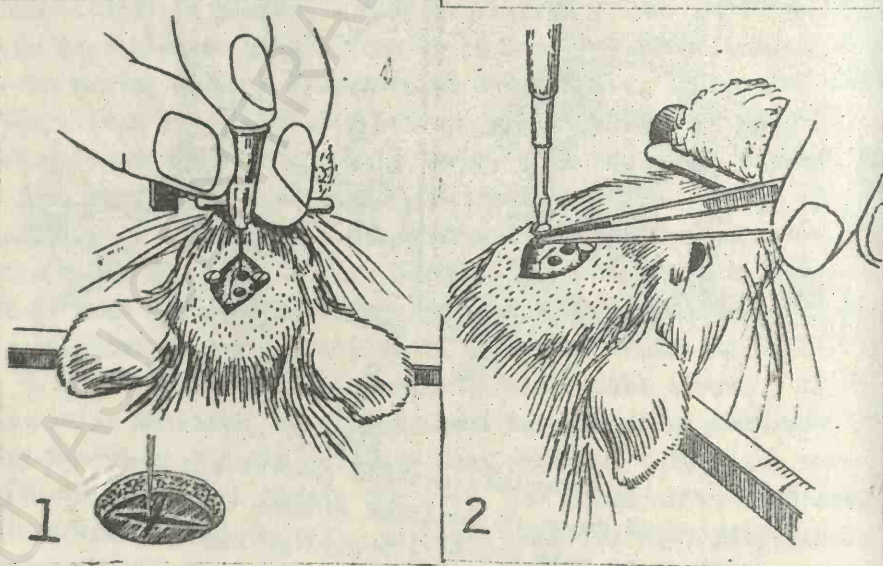


Fig. 74.

Se fac cel puțin 2 orificii pentru guruburi de craniu, care vor ajuta la fixarea electrozilor și a soclului de electrozi, cu ajutorul cimentului dentar, de craniul animalului. Aceste 2 orificii se fac pe craniu cât mai lateral posibil (Fig. 74, 2).

Verificarea poziției electrodului în portelectrod.

Electrodul fixat în portelectrod, trebuie să fie orientat pe toată lungimea sa paralel cu planul frontal și planul sagital. Verificarea se face cu un echer, așezat în unghi drept pe planul orizontal de deplasare a portelectrodului.

În etapa următoare se aplică vârful electrodului în punctul de referință (bregma) și se notează coordonatele de referință, în vederea calculării coordonatelor de implantare.

Implantarea electrozilor cronici. Se sterilizează electrodul în alcool 70%. Înainte de implantare, alcoolul trebuie să se evapore. Se coboară electrodul prin orificiul trepanat, până la adâncimea creierului, calculată din atlas stereotaxic (Fig. 75, 1). Numărul maxim de electrozi, ce se poate implanta într-un creier de gâolan, este 4; un număr mai mare de electrozi produce traume ale creierului.

Înainte de aplicarea cimentului dentar, se aplică în jurul electrodului o bucată de gel, pentru a evita pătrunderea cimentului pe creier. Se utilizează fosfat ciment sau acrilat. Amestecul se prepară extemporaneu. După întărirea cimentului, aplicat numai în jurul electrozilor, se racordează capătul electrozilor la soclu (Fig. 75, 2)

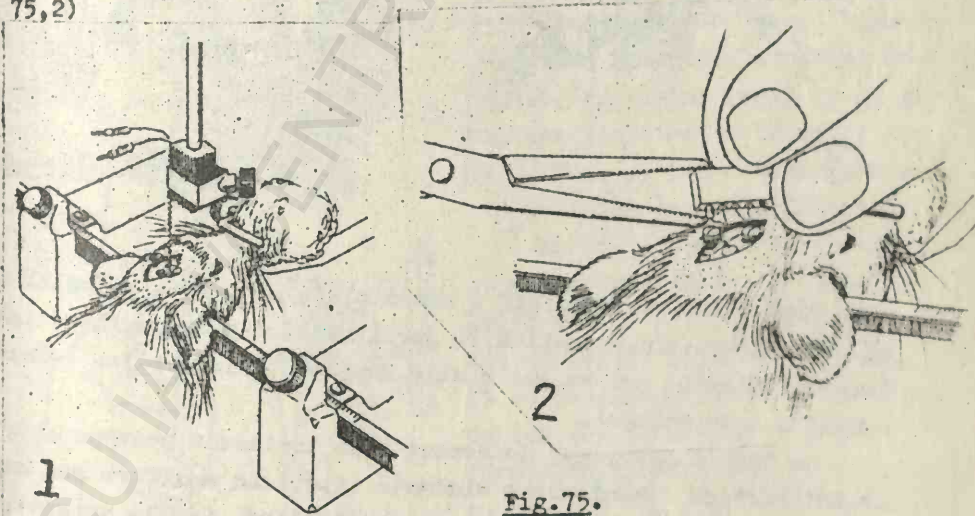


Fig. 75.



Se cimentează soclu de craniu. Pentru aceasta se pune suficientă pastă de ciment pe craniu, în care se introduce soclu (Fig. 76, 1, 2). Trebuie să avem grijă ca să nu se atingă capetele dezizolate ale sîrmei. După ce cimentul capătă o consistență plastică, se aplică tegumentul peste ciment, după care se presează cu degete pentru a se mula complet peste ciment (Fig. 76, 3, 4). Dacă cimentul prezintă colțuri rugoase, ele trebuie tăiate pentru a nu irita țesutul.

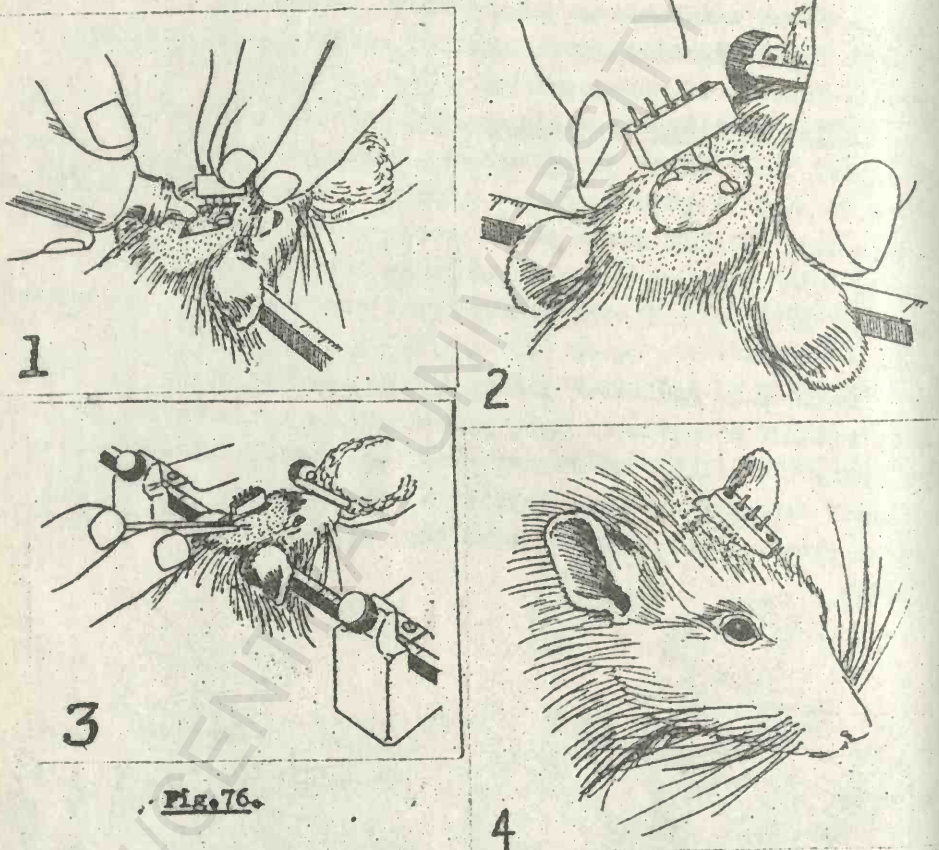


Fig. 76.

După întărirea completă a cimentului, se scoate animalul din aparat stereotaxic. Se aplică în jurul răni o pudră antiseptică (ex. sulfatiazol) sau un antibiotic. După 4-7 zile are loc refacerea completă a animalului.

De regulă șobolanul nu necesită un tratament postoperator cu antibiotice administrate sistemic (i.v.). La mamifere mai superioare este necesar un tratament cu antibiotice, iar la primat, intervenția chirurgicală trebuie făcută în condiții sterile.

In experiment acut. După ce s-a trepanat craniul, se introduce electrodul în zona dorită, se efectuează intervenția necesară (excitarea, coagularea, implantarea substanței, etc) după care se scoate electrodul din cap, se presară pe marginea răni un antibiotic și se coase tegumentul din zona capului.

Examinarea histologică a creierului.

A. Perfuzia cardiacă. Pentru a se putea executa secțiuni fine ale creierului, este necesară o prealabilă fixare și întărire a lui. Creierul animalelor mici, cum este șobolanul, poate fi fixat în câteva zile, ținându-l câteva zile în formaldehidă 4%. Prin folosirea acestui procedeu are loc ratatinarea (strângerea) creierului până la 30% și o modificare a formei lui. Pentru a evita aceste inconveniente, se preferă perfuzia creierului cu formaldehidă 40%. Avantajele metodei de perfuzie, sînt multiple: 1) - fixare mult mai rapidă ( creierul poate fi secționat imediat după perfuzie); 2) - distorsiuni și ratatinări minime ale țesutului ( numai 6% prin folosirea formaldehidei) 3) - o bună fixare și localizare a traseului electrodului ( pe secțiuni poate fi observată forma exactă a electrodului).

La animale mai mari, cum este pisica, fixatorul poate fi administrat prin canularea carotidei. La șobolan se preferă perfuzia cardiacă. Se anesteziază șobolanul cu nembital, se descoperă inima;



se prinde vârful ventriculului cu o pensă și se face o incizie mare în ventriculul drept, pentru a permite scurgerea sîngelui venos. Se injectează rapid 10-20 ml soluție fiziologică în ventriculul stîng, pentru a spăla creierul și inima de sînge. (Fig. 77).

Se introduce un ac de seringă în capătul de jos a ventriculului stîng ( atenție să nu se spargă septul interventricular) și se injectează 40-50 ml formaldehidă 40%. În momentul în care formaldehida ajunge în creier, se observă cum șobolanul își mișcă mandibula.

Fig. 77.



### B. Tehnica colorării.

Uneori este dificil de a localiza zona din creier, în care a pătruns vârful electrodului. În acest scop se folosește reacția de colorare a ionilor de Fe, desprinși de pe electrodul confecționat din oțel inoxidabil, cu ferocianură de K, care cu Fe dă o culoare albastră. Se procedează astfel: se fixează creierul, prin perfuzie cardiacă, cu formaldehidă saturată cu ferocianură de potasiu. După terminarea perfuziei creierului și oprirea circulației, se trece un curent anodic prin electrodul de oțel implantat în creier (catodul se fixează pe o parte a corpului animalului). Se trece un curent slab (5-10 milicoulombi). În urma trecerii curentului anodic, ionii de Fe de pe electrod, se desprind și trec în țesutul din jurul electrodului dezizolat. În secțiunile histologice, zona respectivă ne apare colorată în albastru.

### C. Tehnica histologică-fotografică.

Această tehnică este recomandată pentru verificarea histologică rapidă a zonei în care a pătruns electrodul, sau a mărimii zonei lezate sau extirpate. Metoda fotografică a lui Guzman-Flores și col. (1958) folosește secțiunile (50-100  $\mu$ ), efectuate pe un microtom cu congelare, în aceeași manieră în care se folosește filmul negativ în vederea efectuării fotografiilor pozitive. Se va folosi o hîrtie fotografică cu contrast puternic. Secțiunile efectuate la

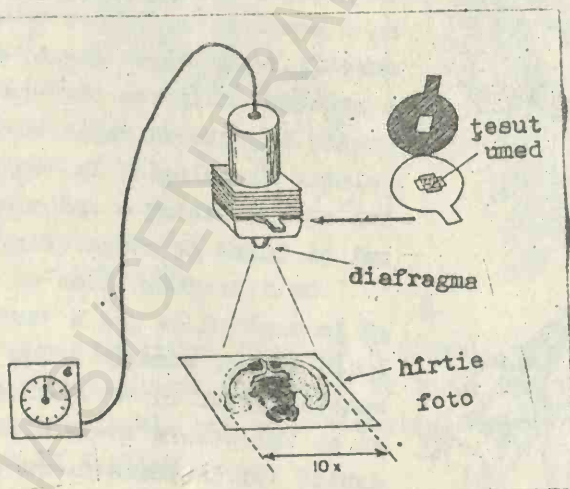


**Fig. 78.**

microtom, se aplică pe o lamă de microscop, avînd grijă să fie bine întinse și umede cu apă și se pun la aparatul de mărit foto (Fig. 78). Pe fotografiile obținute se pot vedea în detaliu fibrele mielinizate, fără evidențierea grupelor nucleare separate. Pentru observarea grupelor nucleare, se recomandă colorarea secțiunilor cu tionină sau cresil violet. Pentru

diferite tehnici de colorare, se vor consulta lucrări de histologie

Intrebări de control. Care este principiul tehnicii stereotaxice? Care sînt părțile de bază ale aparatului stereotaxic? Cum se folosesc atlasele stereotaxice?

#### 46. ROLUL HIPOTALAMUSULUI IN TERMOREGLARE EVIDENTAT PRIN LEZIUNI ELECTROLITICE.

La nivelul hipotalamusului au fost localizate 2 regiuni principale, care integrează și coordonează mecanismele biofizice și biochimice cu rol în termoreglare: centrul termogenetic și centrul antitermic (termolitic).

Centrul termogenetic este localizat în hipotalamusul posterior. Excitarea acestei zone, mărește producerea de căldură, iar lezarea întinsă a ei este urmată de hipotermie, uneori de  $28^{\circ}\text{C}$ , animalul comportîndu-se ca un poikiloterm. Intrarea în activitate a acestui centru se face pe cale reflexă, informațiile fiind transmise de către termoreceptorii din piele și mucoase. Centrul termogenetic nu este excitat direct de către temperatura singelui ce-l irigă. Hipotalamusul posterior intervine în adaptarea organismului la frig printr-o cale efectoare triplă: simpatoadrenergică (vasoconstricție, piloerecție, intensificarea metabolismului), prin adenohipofiză (secreția de ACTH și TSH) și somatică (frisonul termic).

Centrul termolitic este localizat în hipotalamusul anterior și în aria preoptică mediană. Încălzirea acestei zone cu ajutorul unei termode, declanșează toate reacțiile caracteristice expunerii la căldură: vasodilatație cutanată, secreție sudorală, polipnee, inhibarea frisonului termic, scăderea temperaturii rectale. Distrugerea bilaterală a centrului termolitic este urmată de creșterea temperaturii corpului și uneori moarte prin hipertermie.

Acest centru poate fi excitat pe cale reflexă, prin aferențele de la receptorii termici cutanați pentru cald și direct pe calea temperaturii singelui, în această zonă fiind localizați termodetectorii. Reacțiile efectoare se declanșează prin intermediul centrului termogenetic, care este inhibat în cazul creșterii temperaturii corpului sau stimulat în urma răcirii ariei preoptice mediane. De asemenea, pe cale eferentă simpatică colinergică, a cărei origine este în hipotalamusul anterior, se declanșează secreția sudorală și vasodilatația cutanată secundară prin mecanismul bradikininic.



Principiu: cunoscând temperatura rectală bazală a gobolanului, se înregistrează variațiile termice la gobolan la diferite intervale după lezarea ariei hipotalamice anterioare, sau după lezarea hipotalamusului posterior.

Echipament necesar: aparat stereotaxic; biocoagulator; electrod de coagulare; termometru rectal; trusă chirurgicală; eter; gobolan.

Tehnica: se determină temperatura rectală a gobolanului înainte de operație. Se anesteziază cu eter, după care se aplică etapele metodei stereotaxice, descrise în lucrarea 45, până la exteriorizarea suturilor de pe craniu. Se pot folosi electrozi din NiCr, oțel inoxidabil sau platină cu  $\varnothing$  de 0,2-0,3 mm, izolați cu varnish cu excepția vârfului, care rămâne dezizolat pe o distanță de 0,1-0,2 mm.

La gobolan mascul de 200 g, se vor utiliza următoarele coordonate pentru zona hipotalamică anterioară: P-0,5/ L-0,7/ V-8,8 mm. Pentru hipotalamusul posterior: P-3,7/ L-0,6 /V-8,8 mm. Cum s-au calculat aceste coordonate? Se fac leziuni bilaterale. În acest scop după trepanarea craniului în zonele indicate după coordonatele de mai sus, se introduce electrodul de coagulare în planul orizontal indicat (V 8,8 mm) și se trece prin electrod un curent anodic de aproximativ 2 mA/10-15 sec., catodul fiind aplicat pe altă parte a corpului (bara urechii sau laba piciorului). Mărima leziunii electrolitice este funcție de cantitatea de electricitate măsurată în milicoulombi (mC) (secunde  $\times$  mA). După leziunea bilaterală se coase tegumentul secționat din zona capului.

Determinările ulterioare ale temperaturii rectale se fac la intervale de 1 oră postoperator timp de 2-5 ore.

Pentru a disocia efectul cauzat de leziunea electrolitică a țesutului, de eventualele leziuni produse de deplasarea electrocului prin creier până la formațiunea dorită, se folosesc gobolani fals operați-animale supuse aceluiași procedeu operator, cu excepția trecerii curentului prin electrod. Ei vor servi drept animale martor pentru animalele cu leziuni.

Recomandări: se va înregistra temperatura inițială a animalului și variația ei la intervale de 1 oră postoperator. Se vor formula concluzii privind rolul ariei hipotalamice anterioare și posterioare în termoreglare.

Întrebări: care este rolul hipotalamusului în termoreglare? Prin ce mecanism intervine hipotalamusul în menținerea homeosta-

ziei termice? Cum am putea prelungi durata vieții goblinului, după leziuni extinse ale ariei hipotalamice anterioare?

### METODA REFLEXELOR CONDITIONATE.

Metoda reflexelor condiționate constituie o metodă de bază pentru studiul activității nervoase superioare. Reflexele condiționate pot fi elaborate pe baza oricărui reflex necondiționat, respectându-se următoarele reguli de bază (după Pavlov):

1-Pentru elaborarea reflexului condiționat (RC), este necesară asocierea în timp a 2 excitanți: așa numitul excitant necondiționat (EN), care determină reflexul necondiționat dat și un oarecare excitant indiferent, care va deveni excitant condiționat (EC).

2-Pentru elaborarea RC este necesar ca acțiunea EC să preceadă pe aceea a EN.

3-EC trebuie să fie fiziologic mult mai slab comparativ cu EN și, pe cât posibil, mai indiferent, în sensul de a nu determina reacții fiziologice importante.

4-Pentru formarea RC este necesară o stare fiziologică normală a sistemului nervos central.

5-Pe timpul formării RC, scoarța emisferelor cerebrale trebuie să fie eliberată de alte forme de activitate. Cu alte cuvinte, în timpul elaborării RC este necesară o eliberare a animalului de acțiunea excitanților străini, externi sau interni.

Prin nerespectarea acestor reguli, reflexele condiționate se elaborează cu mare greutate, iar uneori este chiar imposibil.

Pentru elaborarea RC la animale, au fost concepute diferite metode. Descriem mai jos unele din ele, folosite mai frecvent în ultima perioadă de timp.

### 47. REFLEXELE CONDITIONATE DE EVITARE ACTIVA LA ANIMALE MICI DE LABORATOR

În condiționările de evitare, se prezintă animalului un EC, care este urmat de un excitant dureros (EN) atunci când animalul nu efectuează un răspuns arbitrar oarecare. Majoritatea condiționărilor de evitare se efectuează pe animale mici de laborator (gobolani, goareci, etc). Răspunsul cel mai des studiat, constă în



retragerea labei, sărirea unui obstacol, alpinism (cățărarea pe o bară), apăsarea pe pedală sau navetism. Răspunsul tip navetă este cel mai frecvent utilizat. În acest procedeu, animalul este plasat într-o cușcă cu două compartimente, separate între ele printr-un prag, o ușă pendulantă sau printr-o linie trasă pe podea. În vederea evitării șocului, animalul trebuie să învețe să răspundă acțiunii unui stimul condiționat, sărind dintr-un compartiment în altul.

În unele variante experimentale, animalul ar putea fi solicitat să se deplaseze într-o singură direcție-dintr-un compartiment colorat în alb, într-un compartiment colorat în negru. În acest tip de cutie, în care locul de jocare (alb) și de evitare (negru), este diferit colorat, învățarea este mai rapidă, comparativ cu o cutie uniform colorată. De asemenea, condiționarea este mai rapidă, când se folosește ca răspuns din partea animalului, săritura sau fuga, comparativ cu răspunsul prin apăsare pe pedală sau rotirea unui volan.

Rapiditatea condiționării, depinde și de analizatorul căruia se adresează excitantul condiționat: la cîine RC se elaborează cel mai rapid la excitanți sonori, urmînd în ordine descrescîndă cei optici și apoi tactili. Rapiditatea condiționării depinde și de intensitatea EC.

Procedeele de evitare, descrise mai sus, sînt exemple de evitare activă, deoarece animalul, pentru a evita acțiunea EN, trebuie să se deplaseze sau să efectueze un alt răspuns activ.

#### A. Elaborarea reflexului condiționat de evitare în cușca tip navetă.

**Echipament necesar:** cutie de condiționare; autotransformator; cronometru; gobolan.

**Cutia de condiționare.** Sînt cutii din material plastic sau placaj, la care peretele din față este transparent. Dimensiunile aproximative: lungimea 60 cm; lățimea 35 cm; înălțimea 30 cm (Fig. 79). Podeaua este făcută din bare metalice inoxidabile, prin care se trece un curent de la un autotransformator, în vederea șocării animalului. Pe peretele cutiei se află fixată la mijloc o sonerie, becuri electrice, care vor servi ca excitanți condiționați. Capacul evită sărirea animalului din cutie. Pragul înalt de 6 cm, se așază la mijlocul cutiei.

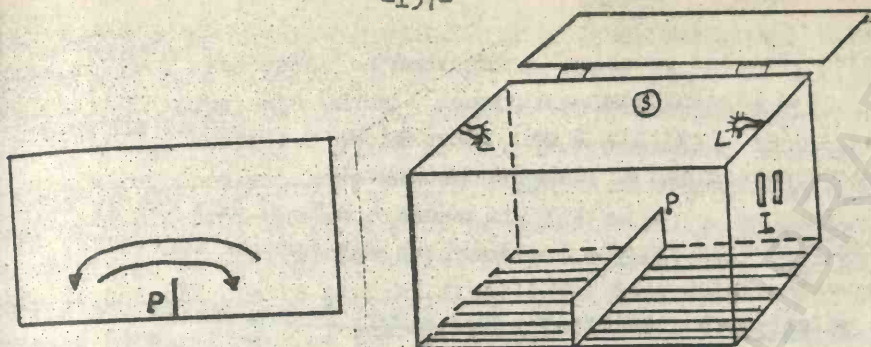


Fig. 79. Cutia de condiționare și schematizarea răspunsului animalului. S-sonerie; L-becuri; P-prag; I-intrerupători.

Tehnica: înainte de începerea elaborării EC, se obișnuiește șobolanul la acțiunea EC (sonerie) și cu noua încăpere (habituarea animalului). (De ce?). Se alege o intensitate minimă a excitantului necondiționat (curent electric), care provoacă la șobolan reacția motorie necondiționată de fugă dintr-un compartiment al cutiei în altul (aproximativ 30 V).

Se aplică excitantul condiționat (soneria) timp de 5 secunde, urmat imediat de EN (curent) timp de 5 sec., după care se lasă o pauză de 60 secunde. Se fac 10 asocieri zilnic timp de 14 zile. Pentru a evita formarea unui RC de timp, se scade pauza după asocieri la fiecare 3 zile succesive, cu 5-10 secunde.

Dacă șobolanul sare peste prag, în intervalul de 5 secunde de la prezentarea EC, se întrerupe imediat acțiunea EC, iar răspunsul se înregistrează ca răspuns condiționat de evitare (RCE).

Se înregistrează și latența RCE, adică timpul scurs din momentul aplicării EC, până în momentul începerii răspunsului condiționat.

Protocolul experienței se poate ține după următorul model:

| Numărul animalului | Lotul | Răspunsuri pozitive      | Răspunsuri negative                 | Latența RCE sec. | Observații |
|--------------------|-------|--------------------------|-------------------------------------|------------------|------------|
| 1                  | 1     | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 3,4,2            |            |

Rezultatul experienței se înregistrează grafic, pe ordonată fiind trecute RCE în procente, iar pe abscisă-ziana condiționării.

Exemplu: dacă din 10 asocieri, prezentate în modelul de sus, s-au obținut 3 răspunsuri pozitive, avem, deci, 30% RCE în ziua respectivă.

Dacă parametrii folosiți sînt bine aleși și animalele sînt



simțatoase, în a 7-8 zi de condiționare, trebuie să obținem cel puțin 70-80% răspunsuri pozitive.

Modul de elaborare a RC, este un model experimental pentru studiul fenomenului de învățare la animale.

Recomandări: se va calcula media  $\pm$  E.S. al RCE cît și latența RCE. Pe baza rezultatelor obținute, se vor formula concluzii.

### B. Stingerea reflexului condiționat de evitare în cușca tip navetă.

Stingerea RC, ca urmare a instalării unei inhibiții de stingere, apare în cazul în care EC nu mai este asociat (întărit) cu EN. Ea se caracterizează prin diminuarea treptată și în cele din urmă dispariția reacției la acțiunea EC.

Viteza de stingere a RC depinde de mai mulți factori: particularitățile individuale ale animalului, tipul de sistem nervos, gradul de consolidare a RC; intensitatea reflexului necondiționat, pe baza căruia a fost elaborat RC; intervalul de timp între repetările EC. Stingerea RC este mult mai rapidă la animalele, la care domină procesele inhibitorii.

Tehnica: se utilizează același procedeu ca și la elaborarea reflexului condiționat de evitare, cu deosebire că EC nu mai este urmat de EN. Obșnuit la acest tip de condiționare, stingerea se urmărește timp de 14 zile. Din modul de evoluție a stingerii, se pot trage concluzii cu privire la memoria de durată a animalului.

### C. Elaborarea reflexului condiționat de evitare activă în cutie labirint.

Material necesar: cutie de condiționare, autotransformator, cronometru, gobolan.

Tehnica: Pentru a evita acțiunea EN (curent electric 30 V),

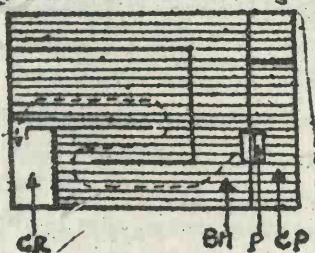


Fig. 80. Cutie labirint.  
(explicația în text).

gobolanul aflat în camera de plecare (CP) a cutiei labirint (Fig. 80), trebuie să apese pe o pedală, care deschide o ușă de comunicare cu restul labirintului și să fugă

prin labirint în camera de refugiu(CR).Podeaua labirintului este formată din bare metalice, prin care se trece la nevoie curentul electric.In camera de refugiu, podeaua este din placaj.

Ca EC se folosește sunet de la o sonerie, care se prezintă timp de 10 sec. înainte de a aplica EN(curent alternativ aprox.30V) Dacă în intervalul de 10 sec. de la aplicarea EC, gobolanul apasă pe pedală și se retrage în camera de refugiu, EC este imediat întrerupt, iar răspunsul se înregistrează ca răspuns condiționat de evitare (RCE).Zilnic se fac 10 asocieri, cu o pauză dintre asocieri de 60 sec.Tinerea protocolului experienței și prelucrarea datelor, se fac ca în lucrarea anterioară.

Stingerea acestui tip de reflex, se face în același mod cu elaborarea, fără aplicarea EN.

Intrebări de control: Comparativ cu animalele normale, ce formă va avea curba de elaborare a reflexului condiționat de evitare, la animale tratate cu substanțe ce facilitează învățarea?

#### 48. REFLEXELE CONDITIONATE DE EVITARE PASIVA.

În condiționările de evitare pasivă, animalul trebuie să-și inhibe (stingă) răspunsul învățat anterior, în vederea evitării unui stimul aversiv.Ca exemplu de evitare pasivă: un animal este condiționat, ca la prezentarea unui excitant condiționat, să intre într-un compartiment sau să introducă capul într-o tavă, pentru a obține recompensa( hrana).După ce animalul a învățat acest răspuns-și-a elaborat, deci, reflexul condiționat respectiv- se aplică un stimul aversiv (exemplu,curent electric), ori de câte ori, după prezentarea excitantului condiționat, animalul pătrunde în compartiment sau introduce capul în tavă.Cu scopul de a evita șocul electric, animalul trebuie să învețe de a se abține să se apropie de aliment.Acest comportament de neapropiere de aliment,este un reflex condiționat de evitare pasivă, deoarece animalul nu trebuie să efectueze o operație activă.

O variantă de reflex condiționat de evitare pasivă la gobolan, constituie procedeul învățării unice, care se bazează pe inhibarea reflexului înăscut de evitare a luminii, printr-o prealabilă șocare electrică într-o singură ședință.

#### A.Învățarea unică și rata de fixare a comportamentului pasiv de evitare.



Aparatul de condiționare constă din 2 compartimente din placaj, care comunică între ele printr-o deschidere centrală, de la podea, cu dimensiuni de 10/10 cm. Unul din compartimente (35/30/48 cm) este luminat de o lampă de 75 W, fixată pe plafonul camerei. Celălalt compartiment (30/8/48 cm) este vopsit în negru, iar podeaua este formată din bare metalice, prin care se poate trece curent electric pentru șocarea șobolanului.

Tehnica: În prima zi se selectează șobolanii, la care reflexul înăscut de evitare a luminii, este bine evidențiat. În acest scop se plasează șobolanul în camera luminată și se lasă 180 sec. Datorită motivației înăscute de evitare a luminii, șobolanii pătrund în compartimentul întunecat în intervalul a câtorva secunde. Șobolanii, care stau mai puțin de 120 sec. în compartimentul întunecat, sînt excluși din experiment.

În a doua zi, șobolanii sînt puși din nou în compartimentul luminat și după 180 sec. se închide comunicarea dintre compartimente și se administrează în compartimentul întunecat un curent electric intermitent (aproximativ 0,5-0,8 mA) timp de 60 sec. Imediat după învățarea unică, șobolanii se scot din cutia de condiționare.

Fixarea evitării pasive se testează la 24, 48, 240 ore de la învățarea unică. Pentru aceasta se pune din nou șobolanul în compartimentul luminat pentru 180 sec. și se notează timpul petrecut în compartimentul întunecat, care servește ca indice de fixare a comportamentului pasiv de evitare. Cu cît timpul petrecut în compartimentul întunecat este mai mic, evitarea este mai eficientă.

Recomandări: Se va nota timpul petrecut de fiecare șobolan în compartimentul întunecat și se va face  $M^+$  E.S. pentru lotul respectiv. Se va desena cutia de condiționare folosită.

Întrebări: Ce relație va exista între rata de fixare a comportamentului pasiv de evitare și intensitatea stimulului aversiv?

#### 49. CONDITIONARI OPERANTE.

Material necesar: Cutia Skinner, șobolan flămînd.

În condiționări operante (Skinner 1938), animalul trebuie să efectueze un răspuns înainte ca răspunsul să poată fi întărit. Condiționările operante diferă de condiționările de evitare sau clasice (reflexul condiționat salivar a lui Pavlov) prin aceea că:

a)-nu există un excitant condiționat specific, care să determine răspunsul; b)-animalul este liber să răspundă în orice moment din perioada situației operante.

În „cutia Skinner” tipică, se plasează un șobolan flămînd într-o cutie slab luminată, care prezintă o pîrghie și o tavă în care cad alimente (Fig.81). Șobolanul explorează cutia și ocazional apasă pedala cu piciorul. Numărul de apăsări, într-o perioadă de



timp arbitrară, definește nivelul operant precondițional de apăsare a pîrghiei de către șobolan. Se face apoi legătura între magazia de alimente și pîrghie în așa fel, încît la orice apăsare pe pedală, să cadă în tavă o tabletă de aliment. Șobolanul consumă tableta după care apasă din nou pîrghia. Eliberarea tabletei de aliment, întărește apăsarea pe pedală.

Fig.81. Cutia Skinner.

Numărul de apăsări pe pedală, raportat la timpul respec-

tiv, constituie o măsură a desfășurării condiționării operante (sau rata de răspuns ).

Rata de răspuns, în cazul folosirii răspunsului prin apăsare pe pedală, depinde de mai mulți parametri: dimensiunea și poziția pîrghiei (pedalei), dimensiunea camerei de testat, efortul la răspuns cît și numărul de tablete alimentare administrate. Deseori un șobolan neantrenat, este ajutat să efectueze apăsarea dorită, prin procedeul aproximării succesive. Astfel, vom administra hrană, ori de cîte ori șobolanul flămînd numai se apropie de pîrghie; după aceea - cînd se atinge de pîrghie și în cele din urmă - numai cînd apasă pîrghia.

Recomandări. Se va nota rata de răspuns a șobolanului.

Intrebări. Prin ce diferă condiționările operante de condiționări clasice? Un șobolan hiperfag, va avea obligatoriu o rată de răspuns crescută, comparativ cu șobolanul normal?



## 50. ELABORAREA REFLEXULUI CONDITIONAT MOTOR ALIMENTAR.

În cercetările relativ recente, o largă răspîndire au căpătat metodele motorii de obținere a alimentului. Reflexul condiționat se elaborează pe baza reacției motorii de obținere a alimentului, caracteristice animalului respectiv. Astfel, folosind cîinele ca animal de experiență, se obișnuiește inițial animalul cu reacția motorie de apăsare pe o pedală, așezată în fața tavei de alimente. În acest scop, ori de cîte ori animalul apasă pe pedală, se întărește reacția prin administrarea hranei. După fixarea acestei reacții, se trece pe această bază la elaborarea reflexului condiționat. Pentru aceasta se aplică un excitant condiționat oarecare și în cazul cînd acțiunea lui coincide cu apăsarea pe pedală, se administrează hrana. Apăsarea pe pedală, care nu coincide cu acțiunea excitantului condiționat, nu se întărește cu excitantul necondiționat. Se consideră reflexul condiționat elaborat, atunci cînd în urma acțiunii excitantului condiționat, apare apăsarea pedalei cu laba. Deci, dacă în condiționările clasice, excitantul condiționat precede excitantul necondiționat, în acest tip de condiționare instrumentală, se stabilește succesiunea: excitant condiționat-miscare-excitant necondiționat. Descriem mai jos modul de elaborare al acestui tip de reflex condiționat la iepure.

Material necesar: camera pentru elaborarea reflexelor condiționate la animale mici; iepure; morcov.

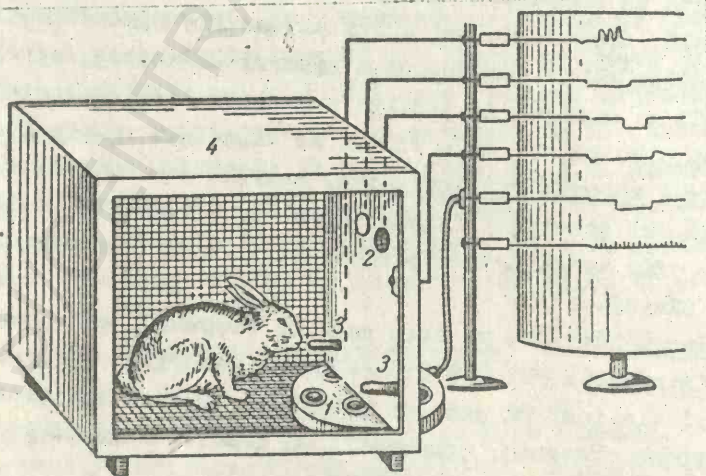


Fig. 82. 1-tava de alimente; 2-excitanți acustici și luminoși; 3-pirghie cu muștiuc de cauciuc; 4-cutie de lemn.

Tehnica. Se obişnuieşte iepurele să tragă cu dinţi de pîrghie. Pentru aceasta se freacă muştiucul de cauciuc al pîrghiei cu un morcov, sau se leagă de el o bucată mică de morcov, şi după ce iepurele trage de pîrghie, întărim reacţia, administrînd morcov în tava de alimente.

Reflexul condiţionat motor elaborăm astfel: observăm comportarea animalului. Cînd iepurele se îndreaptă spre pîrghie, se aplică excitantul condiţionat (lumina). După ce iepurele trage de pîrghie cu dinţi, în tava de alimente trebuie să apară excitantul de întărire necondiţionat - morcovul. În cazul în care iepurele trage de pîrghie în lipsa excitantului luminos, nu se administrează excitantul necondiţionat alimentar. După 5-6 asocieri a luminii cu reacţia motorie, se continuă experienţa după următoarea schemă: se include excitantul luminos, care acţionează singur timp de 5 secunde (timp în care iepurele trage de pîrghie), după care se aplică excitantul necondiţionat, continuînd acţiunea luminii încă 10 sec. După elaborarea reflexului condiţionat, îl consolidăm efectuînd încă cîteva asocieri la intervale de aproximativ 3 minute.

Deoarece repetarea întăririi reflexului condiţionat, diminuează motivaţia alimentară, numărul de asocieri în decursul unei experienţe, nu trebuie să depăşească 8-10.

Recomandări: se va fixa kimograma experienţei.

Întrebări. Cum se va modifica reflexul condiţionat motor de obţinere a alimentului, dacă în timp ce iepurele trage de pîrghie, se va auzi un zgomot puternic? Ce reflexe motorii se elaborează şi se fixează mai repede: cele de apărare sau de obţinere a hranei?

## 51. TEHNICA AUTOEXCITĂRII ANIMALULUI.

Prin această metodă, elaborată de J. Olds, animalul se poate autoexcita prin intermediul electrozilor implantaţi cronic în creierul său. Se plantează electrozi cronici în diferite zone ale creierului, iar închiderea circuitului se realizează de către animal prin apăsare pe o pedală (Fig. 83). Procedul experimental este acelaşi ca şi în alte tehnici operante, cu excepţia că în loc de a primi tablete alimentare ca întărire, animalul primeşte un şoc electric uşor în creierul său.

Circuitul electric este în aşa fel construit, încît la fiecare apăsare pe pedală, un curent electric trece prin creier un timp



fix, iar pentru o nouă excitare, este necesar ca animalul să ridice piciorul de pe pedală și să apese din nou. Dacă electrodul a pătruns în centrii nervoși, a căror stimulare cauzează plăcere animalului, atunci el va apăsa din nou pe pedală, uneori cu o frecvență de 5000 ori pe oră.

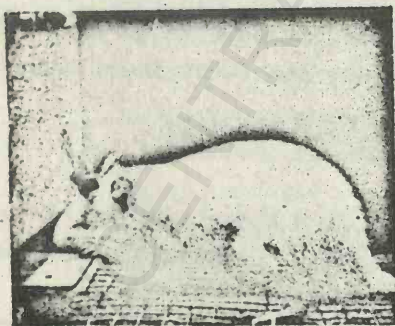
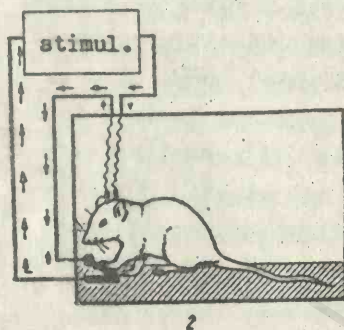
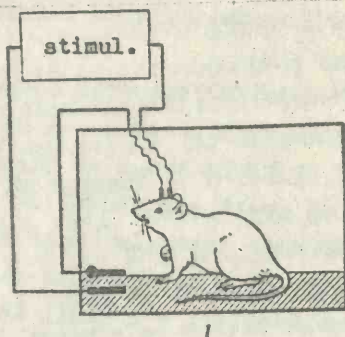


Fig.83. Experiențe cu autoexcitare. 1, 2, - schema simplificată a tehnicii autoexcitării; 3 - gobolanul apăsând pe pedală.

Cu ajutorul acestei tehnici, au fost delimitate zonele nervoase, legate de natura afectivă a senzațiilor, adică dacă senzațiile sînt plăcute sau neplăcute. Aceste calități afective ale senzațiilor, sînt denumite și cu termenii de recompensă și respectiv pedeapsă.

Centrii majori ai plăcerii sînt localizați în zona hipotalamică, în primul rînd în nucleul ventromedian. Centrii secundari celor hipotalamici se găsesc în amigdală, septum, unele zone talamice și ganglionii bazali, continuîndu-se posterior în tegmentum bazal mezencefalic.

Aceeasi tehnică poate fi folosită și pentru delimitarea zonelor nervoase, a căror stimulare cauzează neplăcere, durere și un comportament de evitare. În acest caz animalul învață să apese pe pedală, în vederea întreruperii circuitului electric, conectat de către experimentator. Prin această tehnică s-a stabilit că centrii neplăcerii sînt

localizați în aria periventriculară mezencefalică, extinzîndu-se anterior în zona periventriculară talamică și hipotalamică. Nucleul perifornical hipotalamic este cel mai reactiv din toate zonele

hipotalamice. O altă arie, ce cauzează o neplăcere intensă, este localizată în substanța cenușie centrală mezencefalică.

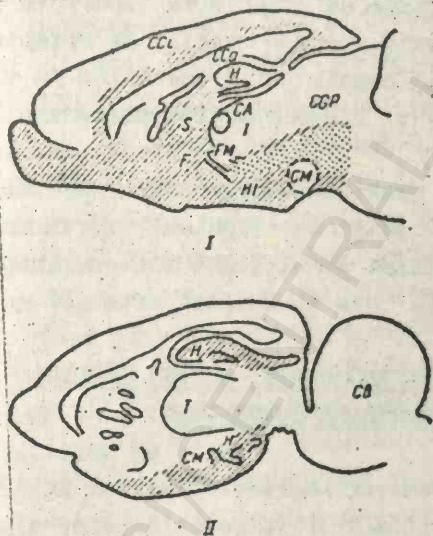
Excitarea centrilor neplăcerii, inhibă obignuit centrul plăcerii sau a recompensei, ceea ce demonstrează că neplăcerea poate fi prioritară plăcerii sau recompensei.

Această metodă, combinată cu metoda reflexelor condiționate, deschide noi căi pentru studiul fiziologiei sistemului nervos central, ca cele legate de formarea emoțiilor, rolul diferitelor substanțe farmacologice în reacțiile comportamentale, etc.

Echipament necesar: același ca în lucrarea 45, necesar implantării electrozilor cronici; biostimulator; cameră specială pentru autoexcitări; gobolan.

Tehnica: Implantarea electrozilor în unii centrii de pedeapsă și recompensă, necesită un timp îndelungat și se va efectua înainte de demonstrație.

În fig. 83(1,2) este reprezentată o schemă simplificată a metodei autoexcitării. La gobolani, cu electrozi implantați în creier,



se elaborează actul motor de apăsare pe pedală, folosind ca excitant necondiționat, administrarea hranei. După elaborarea acestui act motor, se conectează pedala în circuitul electric și prin apăsarea pedalei, animalul își autoexcită zona respectivă de creier. Funcție de poziția electrozilor de excitație, o astfel de „întărire”, determină o comportare diferită a animalului.

Ca măsură a autostimulării, constituie rata de răspuns (apăsarea pe pedală).

Implantarea electrozilor exact în zonele indicate de Olds (Fig. 84) nu dă întotdeauna rezultate pozitive. După cum indică însăși autorul, aproximativ 60% din totalul

**Fig. 84.** Secțiunea sagitală a creierului de gobolan. Zonele hașurate cauzează efect pozitiv; punctele - zone de creier prin excitarea cărora se obțin efecte de pedeapsă. CCl - cortex cinguli; CCa - corpus callosum; S - septum; H - hipocampus; CA - comisure anterioară; FM - fascicul mamilo-talamic; HT - hipotalamus; CB - cerebel; CNM - corpii mamilari; T - talamus; F - fornix; A - amigdala; CGP - cortex gyri praepiriformis.



electrozilor, sînt neutrii din punct de vedere emoțional-animalul nu se autoexcită, dar nici nu-i evită-iar aproximativ 35% se manifestă ca electrozi emoționali pozitivi.Cînd electrodul se află în punctul activ corespunzător, se observă că animalul efectuează autoexcitarea cu multă satisfacție.

Intrebări:Ce posibilități noi permite metoda autoexcitării? Ce rol au centrii pedepsei și a recompensei în procesul de învățare și memorie?

## 52.OBSERVAREA INHIBITIEI EXTERNE A REFLEXELOR CONDITIONATE.

Inhibiția externă (necondiționată) este o inhibiție înăscută. Ea se manifestă prin lipsa sau întreruperea reacției condiționate la excitanți condiționați, în urma acțiunii unor excitanți noi, inopinați.In privința mecanismului de instalare, este egală cu etapa de atenție din cadrul elaborării reflexelor condiționate.

Material necesar: ca în lucrarea 50.

Tehnica: In timpul acțiunii excitantului condiționat (lumina), cînd iepurele se îndreaptă sau trage de pîrghie(vz. lucrarea 50), includem un excitant sonor puternic.Apare o reacție de orientare pronunțată, sub forma îndreptării capului și a urechilor în direcția sursei sonore (excitant nou) și lipsa reacției elaborate la excitant condiționat.

Intrebări de control: Dacă repetăm de cîteva ori sunetul, în momentul acțiunii excitantului condiționat (lumina), se va mai observa inhibiția externă a reflexului condiționat motor alimentar? Care este mecanismul, care stă la baza inhibiției externe?

## 53.FOLOSIREA ELECTROENCEFALOGRAFIET PENTRU STUDIUL ACTIVITATII NERVOASE SUPERIOARE.

Echipament necesar: electroencefalograf; electrozi pentru electroencefalogramă; fotofonostimulator; amestec de eter-alcool; NaCl 3%.

Tehnica: Pentru metoda electroencefalografică vz. lucrarea 41. Se așează persoana examinată pe scaun într-o cameră ecranată.Se îndreaptă părul pe tegumentul capului în zona de aplicare a electrozilor și se degresează tegumentul cu amestecul alcool-eter.Se umec-

tează zona poroasă a electrozilor cu NaCl 3% și se fixează electrozii pe cap. Se aranjează electrozii simetric în zonele occipitale, temporale, parietale și frontale. Derivăm biopotențialele bipolar. După aplicarea electrozilor, solicităm pacientul să stea liniștit cu ochii închiși. Se închide ușa la cameră. Cercetarea se efectuează pe întuneric.

A. Derivarea activității de fond a diferitelor zone ale emisferelor cerebrale.

Începem înregistrarea cu înscrierea sempalului de calibrare, necesar pentru determinarea amplitudinii EEG. După aceasta se înregistrează activitatea emisferelor cerebrale.

B. Înregistrarea electroencefalografică a reacției de orientare.

Se înregistrează activitatea de fond timp de 1 minut. După aceasta includem lumina timp de 10 secunde. Se observă reacția de desincronizare, care apare foarte evidentă îndeosebi în derivațiile occipitale. După 2-3 minute de la întreruperea luminii, se include sunetul de 1000 Hz și se înregistrează caracterul modificărilor electrice.

C. Înregistrarea EEG în procesul elaborării reflexului condiționat la excitant sonor.

Este cunoscut că prin folosirea repetată, de scurtă durată, a excitanților luminoși, reacția de desincronizare a activității electrice de fond, se menține, în timp ce un excitant sonor produce aceeași reacție numai la primele aplicări. Din această cauză apare posibil de a folosi reacția de desincronizare la lumină, în calitate de excitant necondiționat specific.

După câteva aplicări a excitantului sonor și dispariția completă a reacției de desincronizare la acest stimul, se trece la asocierea sunetului cu lumina. Pentru aceasta se aplică izolat sunetul timp de 10 sec., după care se asociază cu lumina, care va acționa simultan încă 10 sec. După câteva asocieri, se observă apariția reacției de desincronizare la acțiunea sunetului, înainte de începutul acțiunii excitantului luminos. Apariția desincronizării în acest caz, poate fi privită ca o reacție reflex condiționată.

Intrebări: Cum putem explica reacția de desincronizare pe EEG în timpul reflexului de orientare? Cum se va modifica EEG animalului supus experienței, dacă în prealabil îi secționăm encefalul la nivelul tuberculilor cvadrigemeni anteriori? Care este rolul formației reticulate în elaborarea reflexelor condiționate?



## CAPITOLUL IV.

## FIZIOLOGIA ANALIZATORILOR.

Organismul viu poate să se adapteze la condițiile mereu variabile ale mediului extern, numai în cazul în care între organism și mediu, are loc un schimb continuu de informații. Activitatea informațională a sistemelor biologice este aceea care determină integrarea lor în mediu. Pe de altă parte, sistemul nervos central al animalelor și a omului, trebuie să fie continuu informat despre toate modificările, care au loc la nivelul mediului intern al organismului. Acestea sînt cîteva din motivele, pentru care fiziologii acordă o mare importanță studiului sistemelor, a căror funcție de bază constă în recepționarea, transmiterea și analiza informației.

Cînd vorbim despre un analizator ca despre un sistem, ne bazăm pe studiile lui Pavlov, care a demonstrat unitatea funcțională a celor 3 segmente, ce intră în alcătuirea oricărui analizator: segmentul periferic (receptor sau traductor), de conducere și segmentul central. Pentru realizarea unei analize juste și complete a excitațiilor, ce pătrund în organism, este necesară integritatea tuturor celor 3 segmente ale analizatorului.

Studiul analizatorilor se efectuează prin metode reflex condiționate, electrofiziologice, chirurgicale, clinice, etc.

54. PRAGUL DIFERENTIAL AL SENZATIEI.

Prin prag diferențial al senzației, înțelegem valoarea minimă, cu care trebuie să modificăm forța excitantului, pentru ca această schimbare să determine o modificare minimă, perceptibilă a senzației.

Weber a arătat că valoarea cu care trebuie să modificăm intensitatea excitantului ( $\Delta I$ ), capabilă să inducă variația minimă perceptibilă a senzației respective, se află într-un raport constant față de valoarea inițială ( $I$ ) a excitantului respectiv. Aceasta este așa numita lege a lui Weber, exprimată matematic prin formula:  $\frac{\Delta I}{I} = K$ , în care  $I$  = valoarea inițială a excitantului;  $\Delta I$  = excedentul excitantului, iar  $K$  = o constantă.

Legea este valabilă numai în limita excitanților de intensita-

te medii și depinde de starea funcțională a sistemului nervos cît și de gradul de adaptare a receptorului.

Material necesar: cilindru metalic unit printr-un sistem de tuburi cu un vas gradat ;apă colorată cu albastru de metilen.

Tehnica: persoana examinată se așează cu spatele la masa, pe care se află vasul gradat plin cu apă colorată, și ia în mînă un cilindru metalic, în care se află 100 ml apă. Se deschide robinetul de la vasul gradat și se scurge încet apa în cilindru metalic. Persoana examinată trebuie să indice momentul în care a simțit creșterea greutății. Se notează cantitatea de apă adăugată în cilindru pînă în momentul respectiv.

Se repetă de 3 ori experiența, plecînd de fiecare dată de la o cantitate inițială de apă din cilindrul metalic de 200, 300 și 500 ml.

Recomandări: Se va nota rezultatul în tabelul de mai jos:

| Numărul experienței | Volumul inițial de apă din cilindrul, ml. | ml de apă adăugată pentru sesizarea diferenței în senzație. |
|---------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1                   | 100                                       |                                                             |
| 2                   | 200                                       |                                                             |
| 3                   | 300                                       |                                                             |
| 4                   | 500                                       |                                                             |

Se va calcula K din ecuația Weber pentru experiența 1, 2, 3, 4.

Intrebări. Cum am putea modifica experiența pentru demonstrarea legii lui Weber?

## 55. SENSIBILITATEA TACTILĂ. PRAGUL SPATIAL. ESTEZIOMETRIA.

Pe toată suprafața corpului în tegument, se află receptori tactili. La om numărul lor este de aproximativ 500.000. Răspîndirea lor nu este uniformă, motiv pentru care diferite zone ale suprafeței tegumentare, prezintă o sensibilitate diferită. Numărul cel mai mare de receptori tactili, se află pe virfurile degetelor, pe palmă, virful limbii și a nasului, iar cel mai redus - pe spate.

Ca o măsură a capacității de analiză a analizatorului tactil, servește pragul spațial simultan al sensibilității tactile, prin care înțelegem distanța minimă, la care trebuie să se afle 2 obiecte (virfurile esteziometrului), care acționînd simultan asupra tegu-



mentului, dau naștere la 2 senzații (distingem 2 excitanți tactili). Pentru ca să percepem separat, 2 puncte excitate simultan, trebuie să fie stimulați cel puțin 2 receptori și 2 neuroni. Se înțelege că, suprafețele corporale, unde numărul de receptori pe unitate de suprafață este mai mare, vor avea un prag spațial mai mic. Între mobilitatea unui segment corporal și puterea lui de descriere, există un paralelism.

Material necesar: esteziometru (compasul lui Weber).

Esteziometru (Fig. 85) este un aparat alcătuit dintr-o riglă metalică gradată, pe care se găsesc 2 cursori, ce pot fi deplasați de-a lungul riglei. Distanța dintre cursori se citește pe riglă. La capetele inferioare ale cursorilor, se pot fixa 2 vîrfuri ascuțite, din os, sau două butoane metalice, după cum dorim să măsurăm sensibilitatea tactilă sau la presiune.

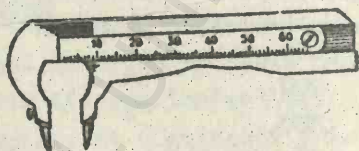


Fig. 85.

Esteziometre

Tehnica: Persoana examinată stă pe scaun cu ochii închiși. Vîrfurile cursorilor de la esteziometru, care sînt apropiate la maxim, se aplică concomitent (fără apăsare) pe zona tegumentară explorată. Mărim treptat distanța dintre cursori (adăugînd de fiecare dată, cîte 1 mm) și continuăm să atingem zona tegumentară aleasă. Se va nota distanța minimă dintre cursori, la care examinatul sesizează prima dată 2 excitanți tactili, aplicați simultan pe piele. Distanța respectivă, reprezintă pragul spațial simultan pentru zona tegumentară dată.

Recomandări: Se va determina pragul spațial al sensibilității tactile din zona vîrfului degetelor, vîrfurile limbii, palma, nas, gît și spate.

Întrebări: Ce semnificație fiziologică prezintă răspîndirea neuniformă a receptorilor tactili de pe diferite zone ale tegumentului la om?

## 56. EXPERIENȚA LUI ARISTOTEL.

Material necesar: o bilă cu diametru de 0,5 cm.

Tehnica: la nivelul capătului central al analizatorului cutanat, există o somatotopie riguroasă. Posibilitatea de a localiza zona receptoare, excitată de un anumit stimul, este dată de localizarea punct cu punct a suprafeței corpului pe scoarța emisferelor cerebrale senzoriale, cât și de procesul de condiționare-învățare. Aceasta se poate demonstra prin clasică experiență a lui Aristotel în felul următor: așezăm bila între vârful degetului arătător și a degetului mijlociu (Fig. 86 a). Avem senzația unei singure bile, deoarece zonele tegumentare excitate (regiunea internă a degetului arătător și externă a degetului median), se proiectează la nivelul scoarței în puncte foarte apropiate, a căror excitare simultană ne-am deprins să le considerăm ca fiind generate de 1 singur obiect. Dacă prindem bila între suprafața externă a degetului arătător și suprafața internă a celui median (Fig. 86 b), avem senzația de 2 bile, deoarece zonele de proiecție corticale a celor 2 regiuni, sînt mai depărtate între ele; aceste suprafețe ale corpului, pot fi excitate simultan în condiții normale, numai de către 2 obiecte, ceea ce a și dus la formarea acestei asocieri.



Fig. 86. Experiența lui Aristotel.

Pe timpul efectuării experienței, examinatul stă cu ochii închiși, iar pentru a accentua efectul, plimbăm bila pe masă.

## 57. SENSIBILITATEA TERMICĂ.

### A. Termoeșteziometria.

Corpusculii lui Krause sînt receptori pentru rece, iar corpusculii lui Ruffini sînt receptori pentru cald. Temperaturile foarte joase sau foarte ridicate, stimulează receptorii de durere. Termore-



ceptorii pentru rece sînt localizați mai superficial în grosimea pielii (la adîncimea de 0,16 mm). Numărul lor la om ajunge la 2250.000. Termoreceptorii pentru cald sînt mai puțin numeroase (aproximativ 30.000) și sînt localizați în straturile mai profunde ale pielii (în medie la o adîncime de 0,3 mm). La om termoreceptorii nu sînt uniform repartizați pe corp.

**Material necesar:** termoeesteziometru; un gablon de hîrtie, avînd decupat un pătrat cu suprafața de  $1 \text{ cm}^2$ .

Termoeesteziometru este format dintr-un tub de sticlă în formă de con, la care partea lărgită se astupă cu un dop (Fig. 87, B, 1). În virful conului se sudează o tijă, confecționată dintr-un metal cu o conductibilitate termică înaltă (Fig. 87, B, 2). Un termoeesteziometru pentru rece, poate fi sub forma celui reprezentat în Fig. 87, A, care are fixat pe bara de lemn, un conductor de cupru terminat sub forma unei bile. În momentul folosirii, se răcește bila la gheață.

**Mod de lucru:** pentru determinarea densității punctelor pentru rece, se umple termoeesteziometru (termoda) cu gheață, se acoperă cu dop, iar virful se aplică pe zona de piele aleasă (degete de la mînă, antebraț, braț, spate, față). La fiecare atingere examinatul comunică senzația de tact sau rece pe care o simte.

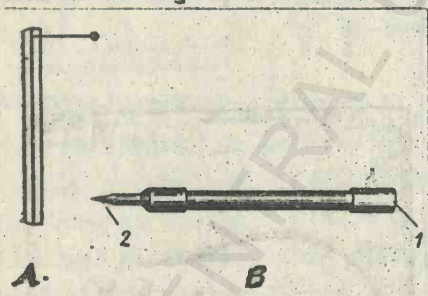


Fig. 87. Termoeesteziometre.  
(explicația în text).

Pentru a afla numărul de puncte pentru rece, se aplică gablonul de hîrtie ( $1 \text{ cm}^2$ ) pe zona pielii explorată. Pentru a avea o precizie mai mare, la numărarea punctelor sensibile la temperatură, se recomandă a se atinge succesiv termoeesteziometru după o linie în zigzag, plecînd din unghiul stîng de sus, spre unghiul drept de jos (în total 50 atingeri). Zo-

na de piele sensibilă la frig, se marchează cu virful unui creion.

Numărarea punctelor pentru cald se efectuează prin același procedeu, umplînd termoda cu apă de  $50-60^\circ\text{C}$ .

**Recomandări:** se va afla numărul punctelor pentru cald și rece pe  $1 \text{ cm}^2$  suprafață a pielii din zonele: degetele mîinii, antebraț, braț, spate, față.

## B. Zona termică fiziologică zero și modificările ei adaptative.

Punem în 5 cristalizoare de sticlă apă la temperaturile de 20, 25, 30, 35, 40°C. Introducem aceeași porțiune de mână, succesiv, la intervale de 2-3 minute, în fiecare din paharele de mai sus. Zona termică, care nu determină apariția senzațiilor de cald sau rece, se numește indiferență sau zona fiziologică zero. Această zonă se modifică în funcție de adaptarea termică anterioară. Demonstrăm astfel: în 3 cristalizoare, turnăm apă la temperaturile de 10, 20, 35°C. Introducem mâna stângă în apa la  $t^{\circ}$  de 10°, iar mâna dreaptă în apa cu  $t^{\circ}$  de 35°C; vom simți senzația de frig în mâna stângă și de cald în mâna dreaptă. Ținem mâinile în apă până dispar senzațiile termice, ca urmare a adaptării (temperatura indiferență). Când atingem această stare zero, transferăm ambele mâini în paharul cu apă la  $t^{\circ}$  de 20°C. Vom simți cald în mâna care a stat anterior la frig, iar în mâna care a stat la cald, vom simți rece.

Intrebări: Cum se codifică informația termică la nivelul receptorului și a căii de conducere?

## 58. RECEPTIA DUREROASA.

Receptorii de durere din tegument și alte țesuturi sunt reprezentate prin toate terminațiile nervoase libere. Ele sunt larg răspândite în părțile superficiale ale pielii cât și în unele țesuturi interne ca: periost, pereții arteriali, suprafețele de articulație, etc.

Densitatea fibrelor algice în tegument este foarte mare (100-200 puncte/cm<sup>2</sup>). Zone foarte învecinate sau chiar identice ale tegumentului, sunt inervate de 2 neuroni diferiți, ceea ce determină o mare capacitate de localizare a senzațiilor de durere în tegument.

Material necesar: gablon de hîrtie avînd decupat un pătrat cu suprafața de 1 cm<sup>2</sup>; ac ascuțit sau esteziometru lui Frey. Acesta este format dintr-un mîner, care la un capăt are fixat în unghi drept un ac ascuțit.

Tehnica: se aplică gablonul pe o zonă a tegumentului și se marchează punctele apăsate, care dau naștere senzațiilor de durere (nu de tact sau presiune). Se vor explora aceleași zone ca și la esteziometrie.

Intrebări: Care sînt căile de conducere ale analizatorului dureros?



### 59. DETERMINAREA PRAGULUI SENSIBILITĂȚII GUSTATIVE.

Se cunosc 4 tipuri de stimuli gustativi primari: acid, sărat, dulce și amar, care dau naștere la 4 tipuri de senzații gustative primare: acid, sărat, dulce, amar. Numărul imens de diferite gusturi, pe care le poate percepe o persoană, rezultă din combinarea acestor 4 senzații primare, la care participă și receptorii tactili, termici cât și dureroși ai mucoasei cavității bucale și într-o măsură analizatorul olfactiv. Orice modificări ale metabolismului substanțelor, au repercursiuni asupra recepției gustative. Astfel în perioada inițială a tuberculozei, când simptomele obiective încă nu sînt evidente, senzațiile gustative pot fi modificate. Modificări gustative apar adesea în perioada gestației.

Pragul sensibilității gustative, pentru diferiți stimuli gustativi, diferă. După cum este și de așteptat, avînd în vedere rolul protector al senzațiilor gustative, valoarea cea mai scăzută a pragului prezintă stimulii amari.

Material necesar: soluții de zaharoză, NaCl, acid citric și chină (fiecare în concentrație de: 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%), eprubete, apă distilată.

Tehnica: se încălzesc substanțele respective la 30°C. Se pregătește o serie de eprubete, care conțin câte 5 ml de soluție din substanțele de mai sus în concentrație diferite. Se dă persoanei examinate câte o eprubetă (care nu trebuie să cunoască conținutul ei), începînd cu concentrația cea mai mică, și se invită să țină în gură conținutul eprubetei timp de 20-30 sec., după care să scuipe și să precizeze gustul. După fiecare testare se spală gura cu apă distilată. Dacă subiectul nu poate percepe gustul substanței, după clătirea gurii, se procedează la fel cu soluția de concentrație imediat superioară. Între probe se lasă în mod obligatoriu să se scurgă un interval de cîteva minute.

Recomandări: se vor nota valorile de prag obținute pentru fiecare substanță cercetată și se vor compara între ele.

Intrebări: ce modificări ale gustului vor apare la oameni cu leziuni ale nervului lingual? Cum ar putea afecta gustul, aspectul ambianței în care se servește masa și care ar fi mecanismul?

## 60. HARTA CIMPURILOR GUSTATIVE DE PE LIMBA .

Suprafața limbii nu prezintă o sensibilitate uniformă pentru cele 4 tipuri de excitanți gustativi primari. Virful limbii prezintă cea mai mare sensibilitate pentru dulce; suprafața laterală a zonei mijlocii a limbii-pentru acizi(acru); baza limbii-pentru amar, iar virful și marginile limbii-pentru sărat. Porțiunea mijlocie a suprafeței dorsale a limbii este lipsită de sensibilitate gustativă.

Material necesar: zaharoză 40%, NaCl 20%, acid acetic 2%, chinină clorhidrică 1%, baghete subțiri.

Tehnica: subiectul supus experienței este invitat să scoată limba. După ce limba se usucă, se pun succesiv cu o baghetă subțire, picături de zaharoză în zona virfului limbii, marginile laterale, baza și zona mijlocie a limbii. După fiecare aplicare se chestionează subiectul asupra senzației percepute și se clătește gura cu apă distilată. Intervalul dintre observațiile succesive nu trebuie să fie sub 2 minute.

Se fac aceleași operații cu celelalte substanțe.

Recomandări: datele obținute se trec sub formă de puncte pe o hartă, care reprezintă într-o formă schematizată suprafața limbii.

Intrebări de control: Care este structura și importanța analizatorului gustativ? Care este importanța factorilor reflex condiționate în apariția senzațiilor gustative?

## 61. DETERMINAREA FRAGULUI ABSOLUT SI DIFERENTIAL AL ANALIZATORULUI MOTOR SAU CHINESTEZIC.

Unii receptori de la nivelul mușchilor sau tendoanelor (fusurile neuromusculare și aparatul tendinos Golgi din tendoane), transmit impulsurile lor la nivelul măduvei spinării sau cerebelului, în vederea controlului contracțiilor reflexe ale mușchilor. Din cîte se cunoaște pînă în prezent, aceste semnale acționează în întregime la un nivel subconștient.

Termenul „chinestezia” înseamnă recunoașterea conștientă a orientării diferitelor părți ale corpului, unele în raport cu altele, cît și gradul de mișcare a diferitelor părți ale corpului. Aceste funcții sînt deservite cu precădere de către terminațiile



senzitive de la nivelul capsulelor articulare și a ligamentelor.

Au fost descrise trei tipuri de terminații nervoase la nivelul capsulelor articulare și a ligamentelor deasupra articulațiilor.

1-Terminații nervoase libere, care se excită puternic la mișcări bruște ale articulațiilor; ele se adaptează ușor la început, dar după aceasta transmit semnale continue.

2-Al doilea tip de terminații, seamănă cu receptorii Golgi din tendoane și se găsesc cu precădere în ligamentele deasupra articulațiilor. Prezintă în esență aceleași proprietăți, ca și primul tip de receptori.

3-La nivelul țesuturilor, ce înconjoară articulațiile, se găsește un număr redus de corpusculi Paccini. Ei se adaptează foarte rapid și, probabil, ajută la detectarea vitezei de mișcare la nivelul articulației.

Semnalele chinestezice sînt transmise aproape în întregime prin fibre senzitive A beta, a căror viteză de conducere este foarte rapidă. Aceasta ajută sistemul nervos central de a cunoaște în fiecare fracțiune de secundă, localizarea exactă a diferitelor părți ale corpului; altfel ar fi imposibil de a se controla mișcarea viitoare.

Material necesar: dispozitiv pentru măsurarea pragului de sensibilitate al analizatorului chinestezic de la articulația cotului.

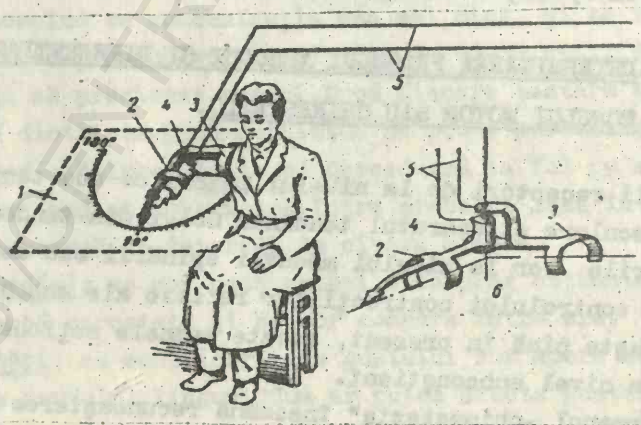


**Fig.88.** Dispozitiv pentru măsurarea pragului de sensibilitate al analizatorului chinestezic. 1-tabla orizontală; 2-manșeta fixă pe antebraț și braț (3); reostat (4); 5-conducător la potențiomtru; 6-manșetă cu potențiomtru, locul articulației și acul indicator.

Mod de lucru: subiectul stă pe scaun cu ochii închigi și așază mîna pe tabla orizontală a dispozitivului (Fig. 88, 1). Brațul se fixează cu un manson imobil (3), iar antebrațul se poate deplasa activ sau pasiv. Deplasările sînt indicate pe scală în grade, de către săgeata fixată de mansonul antebrațului.

1-Se va determina cel mai mic unghi de deplasare pasivă a articulației, care este sesizat de subiect. Această mărime reprezintă pragul absolut al sensibilității chinestezice.

2-Se deplasează pasiv, sub un unghi peste prag, care este bine sesizat de subiect și îi solicităm să repete mișcarea activ. Se stabilește gradul de reproducere a mișcării articulației.

3-Se va determina pragul de diferențiere. În acest scop executăm 1-2 deplasări pasive, identice, în articulația cotului. După aceasta mărimea amplitudinei primei deplasări a articulației, iar cea de a doua deplasare rămîne constantă. Se va nota diferența minimă, în grade, între cele 2 deplasări, la care subiectul sesizează prima dată această diferență. Această mărime reprezintă pragul diferențial al sensibilității motorii.

4-Se va repeta determinarea pragului absolut și diferențial, după obosirea prealabilă a mușchiului: ridicarea și coborîrea de 10 ori a unei greutăți de 5 Kg.

Acuitatea chinestezică depinde de vîrstă, profesie, calificare și alți factori. Repetarea mișcărilor prin antrenamente, duce la o intensificare a sensibilității chinestezice, putîndu-se astfel executa mișcări repetate cu mare precizie.

Recomandări: se vor nota valorile obținute pentru pragul absolut și diferențial al sensibilității chinestezice.

Intrebări de control. Care este mecanismul apariției diferitelor senzații chinestezice? Ce alte procedee ar putea fi folosite pentru explorarea sensibilității chinestezice?

### ANALIZATORUL ACUSTIC.

Stimulul auditiv este reprezentat de vibrațiile sonore, avînd o frecvență cuprinsă între 16-20.000 Hz. Analizatorul auditiv realizează prin părțile sale componente analiza tonalității, a intensității și timbrului sunetelor. El este alcătuit din:

1-Structuri adaptate captării și transmiterii sunetelor: pavilionul urechii, conductul auditiv, urechea medie cu sistemul



de osigoare și aparatul cochlear al urechii interne (aparatul de transmisie).

2-Structuri de recepție a sunetelor și de codificare a fenomenelor mecanice vibratorii în influx nervos; căi de transmitere a influxului și centrii corticali de proiecție.

## 62. ROLUL PAVILIONULUI URECHII.

Material necesar: tub de cauciuc de 2 m; ceasornic.

Principiul și tehnica lucrării: se introduce un capăt al tubului de cauciuc în canalul auditiv extern. Prin aceasta s-a înlăturat funcțional pavilionul urechii. În cea de a doua ureche introducem un dop de vată. La capătul liber al tubului de cauciuc întins, se ține un ceasornic. Prin intermediul tubului se aud bătăile ceasornicului. Dacă se depărtează puțin ceasornicul de capătul tubului, nu se mai aude nimic. Scoțînd tubul din ureche, pot fi auzite bătăile ceasornicului, aflat la distanța anterioară.

Dacă mărim pîlnia pavilionului urechii cu ajutorul mîinii, putem auzi zgomotul ceasului, care se află la o distanță mult mai mare, comparativ cu distanța normală de auz. Prin aceste experiențe am demonstrat rolul pavilionului în captarea sunetelor.

Rol în localizarea sursei sonore: ambele capete ale tubului de cauciuc se introduc în cele 2 canale auditive externe. Persoana examinată stă cu ochii închiși. Se așează ceasornicul la mijlocul tubului de cauciuc, după care plimbăm tubul de cauciuc în fața persoanei, deasupra capului, în spate, stînga, dreapta, etc. și chestionăm persoana asupra localizării sunetului. Niciodată ea nu va putea determina direcția corectă a sunetului.

Se pune ceasornicul pe tubul de cauciuc mai aproape de urechea stîngă, după care mutăm succesiv tubul cu tot cu ceasornic, în diferite poziții și de fiecare dată solicităm persoana, să localizeze sunetul. De fiecare dată ea îl va localiza de partea stîngă.

Determinarea rolului urechii în localizarea sursei sonore, se poate face folosind dispozitivul schematizat în Fig. 89.

Localizarea sursei sonore se face prin cel puțin două mecanisme: 1-diferența de timp între pătrunderea undei sonore în cele 2 urechi; 2- diferența sonorității sunetelor în cele 2 urechi.

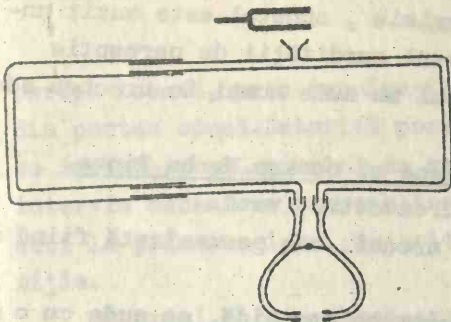


Fig.89.Diferența de fază binaurală.

Primul mecanism funcționează mai bine la frecvențe sub 3000 Hz iar cel de al 2-lea- la frecvențe mai mari, deoarece la această frecvență, capul acționează ca o barieră.Cu ajutorul primului mecanism localizarea se face mai exact.Unii subiecți pot detecta diferențe, în sosirea undelor sonore la cele 2 urechi de 0,01 milisecunde.

Intrebări: Ce rol are pavilionul urechii? Ce rol are conductul auditiv extern?

### 63.TRANSMITEREA SUNETELOR PRIN OASELE CUTIEI CRANIENE.

Afară de conducere aeriană a undelor sonore, este posibilă transmiterea lor direct prin oasele cutiei craniene.Transmiterea în acest din urmă caz este mai puțin eficace.Pe capacitatea oaselor de a transmite vibrațiile sonore, se bazează unele teste medicale de stabilire a tipurilor de surditate.Ca mecanism de producere surditatea poate fi de transmisie,interesînd sistemul de transmitere a sunetelor din conductul auditiv pînă la receptori; surditate de percepție, produsă de leziuni pe traiectul receptor pînă la capătul cortical inclusiv și surditate mixtă, produsă prin ambele procese.

Proba Weber. Material necesar:diapazon; vată; tub cauciuc.

Diapazonul în vibrație așezat pe frunte sau pe vertex, este auzit în condiții normale cu aceeași sonoritate , în ambele urechi (Weber indiferent).Dacă punem un tampon de vată în una din urechi, atunci sunetul perceput de urechea respectivă va fi mai puternic, ca urmare a diminuării pierderii energiei sonore prin conductul auditiv extern.

Pentru a dovedi că o parte din energia sonoră, difuzează prin conductul auditiv extern, unim urechile a două persoane cu un tub de cauciuc și așezăm diapazonul în vibrație pe capul unei persoane. Cea de a doua persoană va auzi sunetul ca urmare a transmiterii undelor sonore din conductul auditiv extern al primei persoane.



În cazul surdității de transmisie, sunetul este auzit numai în urechea bolnavă, iar în cazul surdității de percepție (leziunea urechii interne), sunetul se aude numai în urechea sănătoasă.

Compararea transmiterii aeriene și osoase. Proba Rinne.

Material necesar: diapazon; cronometru; vată.

Proba se face pentru ambele urechi, cea neexaminată fiind astupată cu vată umezită.

Un diapazon în vibrație, așezat pe mastoidă, se aude cu o sonoritate care scade treptat iar la un moment dat dispăre (aproximativ 20 sec.). Dacă îl așezăm imediat în fața pavilionului, va mai fi auzit încă 40 secunde (Rinne pozitiv normal). Ce demonstrează această experiență? Dacă e auzit pe mastoidă, dar în fața pavilionului, diapazonul nu mai este auzit, aceasta constituie un indiciu de lezare a aparatului de transmisie (Rinne negativ). Auzirea mai puțin de 40 sec. în fața pavilionului, indică surditate de percepție (Rinne pozitiv prescurtat).

Recomandări: se vor nota rezultatele obținute.

Întrebări: ce segment din analizatorul acustic este afectat în cazul în care: a) -urechea stângă recepționează mai bine sunetele prin transmisie osoasă; b) -urechea dreaptă recepționează rău sunetele atât prin transmisie osoasă cât și aeriană?

#### 64. EXTIRPAREA APARATULUI VESTIBULAR LA BROASCA.

Aparatul vestibular conține în utriculă, saculă și ampulele canalelor semicirculare receptori, care nu au legătură directă cu receptorii auditivi din cochlee, ci recepționează excitațiile legate de echilibru.

Pe cale reflexă receptorii vestibulari contribuie la menținerea poziției normale a capului la animalul imobil (reacții statice, de postură care se efectuează prin maculele din utriculă și sacula) sau declanșează reflexe la accelerații imprimare capului (reacții de echilibrare (redresare), prin canalele semicirculare, ai căror receptori diferențiați sînt crestele).

Labirintectomia bilaterală determină o pierdere accentuată, cu caracter temporar, a tonusului musculaturii corpului. Prin leziuni unilaterale, se produce o înclinare a capului spre partea lezată, ca rezultat al predominării tonusului mușchilor cefei din

partea lezată, prin impulsurile eferente ale labirintului integră din partea opusă. Datorită poziției vicioase a capului, trunchiul se încovoie și animalul se rotește în jurul său. După un timp intervin mecanisme compensatoare proprioceptive și vizuale, îndeosebi la primate și om, datorită cărora animalul își corectează poziția.

Material necesar: broasca; ac spatulat; acvariu mare; pensă hemostatică; bisturiu.

Mod de lucru: se fixează broasca pe plută cu fața ventrală în sus. Se deschide gura, se scoate limba pe care o prindem cu o pensă hemostatică și împreună cu mandibula se trage spre abdomen.

Se secționează pe linia mediană mucoasa vâului palatin deasupra osului parasfenoid și cele 2 laturi ale secțiunii, se trag de o parte și alta pînă în dreptul cavităților orbitale. Ne apar 2 oase transversale ale parasfenoidului. Radem cu bisturiul periostul de pe oasele transversale. În zonele laterale ale osului parasfenoid se văd prin transparență cite un inel albicios, care reprezintă canalele semicirculare (Fig. 90). Introducem la acest nivel un ac spa-

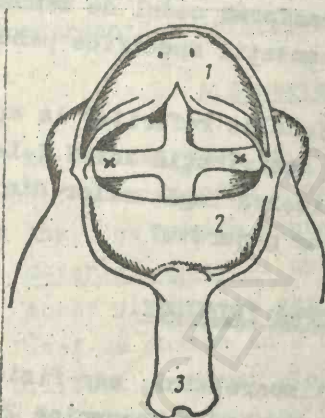


Fig. 90. Schema labirintectomiei la broască. 1-maxilarul superior; 2-maxilarul inferior; 3-limba scoasă din cavitatea bucală. Prin x sînt marcate locurile aparatului vestibular.

tulat (la adîncime de 1-2 mm) și-l rotim de cîteva ori. Broasca suportă relativ ușor această operație. Eliberăm broasca. După cîteva minute se observă poziția caracteristică, cu înclinarea capului spre partea operată. Excitînd mecanic piciorul posterior, broasca execută mișcări nu în linie dreaptă ci în cerc, cu direcția spre partea lezată. Pusă în acvariu, execută mișcări de înot circulare.

După distrugeri bilaterale ale aparatului vestibular, broasca rămîne imobilizată în primele momente după operație. Prin atingeri execută mișcări necoordonate, cade ușor îndeosebi pe spate. După un timp respare capacitatea de a executa deplasări mici, orientarea

în acest caz se realizează cu ajutorul vederii. Dacă-i astupăm ochii (cu leucoplast), broasca rămîne complet neajutorată și se comportă ca și în primele momente postoperatorii.



Recomandări: se va schița poziția broaștei după labirintectomie.

Intrebări de control: Cum se va modifica tonusul mușchilor flexori și extensori după extirparea unilaterală a labirintului: a) - pe partea lezată; b) - pe partea opusă.

### ANALIZATORUL OPTIC.

#### 65. EXCITAREA MECANICA A OCHIULUI.

Excitantul adecvat al analizatorului optic, este energia luminoasă-oscilațiile electromagnetice cu o lungime de undă de 302-950 mp.

Ochiul poate fi excitat și de către excitanți inadecvați: închiideți pleoapele și apăsați puternic pe globul ocular. Descrieți senzația apărută. Aceste senzații luminoase poartă denumirea de fosfene. Aceasta demonstrează teoria specificității organelor de simț, conform căreia, ca rezultat al evoluției, receptorul răspunde la orice excitant, adecvat sau inadecvat, pe linia specializării sale, deoarece nu folosește decît informația codificată pentru care s-a specializat. Sistemul nervos central transformă codul de semnalizare aferent, corespunzător cu tipul de senzații specifice pentru organul receptor dat.

Intrebări: Ce susține Müller și Helmholtz referitor la specificitatea organelor de simț? Care este contribuția lui V.I. Lenin, creatorul teoriei reflectării, în explicarea legăturilor dintre calitățile excitanților și a senzațiilor generate?

#### 66. ACTIONEA UNOR SUBSTANTE ASUPRA IRISULUI.

Material necesar: broaște; cristalizoare mici; ser fiziologic; trusă de disecție; soluție adrenalină 1/10.000; pilocarpină 2%; acetilcolină 1/100.000; atropină 1%.

Mod de lucru: se pregătesc 5 cristalizoare mici. Într-un cristalizator punem soluție fiziologică, iar în celelalte - câte una din soluțiile indicate mai sus.

Se paralizează broasca și se fixează pe plută cu fața dorsală în sus. Se enuclează ambii ochi de la fiecare broască, cu ajutorul unui foarfece fin (a nu se leza globii oculari). Introducem câte un ochi în soluțiile de mai sus. După aproximativ 1/2 oră se exa-

minează ochii, comparându-i cu cel care a stat în soluție fiziologică, care servește drept martor. Se constată că ochii, care au stat în soluție de adrenalină și atropină au pupila mărită-midriază- iar ochii care au stat în soluția de pilocarpină și acetilcolină, au pupila micșorată-mioza.

Adrenalina are acțiune simpaticomimetică, provocând contracția mușchilor radiari ai irisului și, ca urmare, dilatarea pupilei-midriaza. Atropina este o substanță parasimpaticolitică și ca urmare devine predominant tonusul mușchilor radiali.

Acetilcolina și pilocarpina au acțiune parasimpaticomimetică, provocând contracția mușchilor circulari ai irisului și micșorarea pupilei-mioza.

Intrebări: Cum se realizează reflexul pupilar?

## 67. ACOMODAREA OCHIULUI.

Prin acomodare se înțelege adaptarea ochiului pentru perceperea clară a obiectelor. Ea se reduce la focalizarea pe retină a imaginilor obiectelor aflate la diferite distanțe. La animale superioare și om, acomodarea se realizează prin modificarea puterii de convergență a cristalinului.

### A. Experiența lui Scheiner.

Ea demonstrează că într-un anume moment cristalinul poate fi acomodat numai pentru o singură distanță, iar obiectele care se află înaintea sau în spatele acestui plan, se percep difuz.

Material necesar: optometru Scheiner.

Acest dispozitiv este format dintr-o linie, care la un capăt are fixat un carton cu 2 orificii ( $\alpha$  și  $\beta$ ) pentru ochi; distanța dintre orificii este mai mică decât  $\emptyset$  pupilei (aproximativ 2 mm). Perpendicular pe linia care unește cele 2 orificii, se află așezate 2 bolduri, care se pot deplasa (Fig. 91).

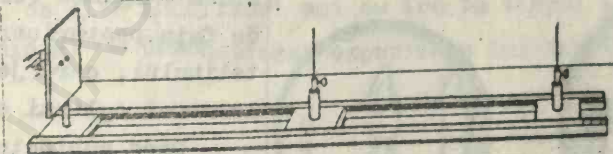


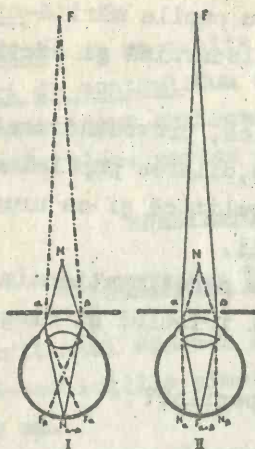
Fig. 91.

Optometru Scheiner.

Așezăm primul bold la o distanță de ochi, la care va fi văzut clar (aproximativ 15 cm), iar cel de al 2-lea îl depărtăm cu 1 m.



Se închide un ochi, iar cu celălalt ne uităm prin orificiile din carton și fixăm primul bold. Când primul bold îl vedem clar, cel de al 2-lea ne apare dublu și invers.



Acoperim un orificiu cu o foaie. Care din cele 2 imagini duble dispăre? De ce? Formarea imaginilor pe retină a boldurilor, în cele 2 cazuri de acomodare, este indicată în Fig. 92.

**Fig. 92.** Experiența lui Scheiner. I-Formarea imaginilor pe retină a obiectelor N și F la ochiul acomodat pentru vederea de aproape; II-ochi focalizat pentru punctul distal F.  $\angle$  și  $\beta$ -orificiile din carton.

### B. Imaginile lui Purkinje-Sanson.

Ele demonstrează mecanismul de acomodare a ochiului pentru distanță.

Material necesar: o luminare; cameră obscură.

Mod de lucru: observațiile se efectuează într-o cameră întunecată. Se așează o luminare la nivelul ochilor persoanei examinate, la o distanță de 30-50 cm, puțin lateral și în față (de localizarea luminării depinde claritatea imaginilor). Persoana privește un punct în depărtare. Privind ochiul examinat, din partea opusă luminării, putem observa 3 imagini ale luminării, dintre care 2 sînt drepte și una răsturnată (Fig. 93). Cea mai luminoasă (1) este dată de reflectarea razelor de față anterioară a corneei, care se comportă ca o oglindă convexă, imaginea fiind dreaptă. Imaginea mijlocie (2) este de asemenea dreaptă, ceva mai mare și mai difuză, fiind dată de față anterioară a cristalinului, care se comportă tot ca o lentilă convexă. A treia imagine (3) este mai mică, răsturnată și repre-

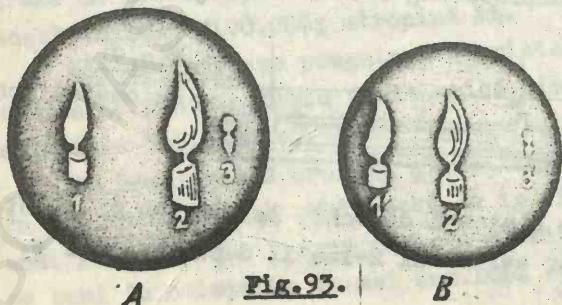


**Fig. 93.**

zintă imaginea reflectată de față posterioară a cristalinului, care joacă rolul unei oglinzi concave.

Dacă subiectul privește un obiect apropiat, se constată că prima imagine

nu-și modifică dimensiunile, imaginea a doua se apropie de prima și devine mai mică, ca urmare a măririi convexității feței anterioare a cristalinului, iar cea de a treia se deplasează în spate și se micșorează puțin (Fig. 93, B). Deci, ambele fețe ale cristalinului își măresc convexitatea, modificări mai mari au loc la nivelul feței anterioare a cristalinului.

După Helmholtz modificarea curburii cristalinului se realizează în felul următor: cînd ochiul este acomodat pentru vederea la distanță, ligamentul suspensor, care este fixat de capsula cristalinului, este supus unei tensiuni, datorită tracțiunii exercitate de corpul ciliar și coroidă (Fig. 94, 95). În timpul acomodării pentru vederea apropiată, fibrele tensoare ale mușchiului ciliar se contractă și trag coroida și întregul proces ciliar spre înainte și interior. Ca urmare tracțiunea exercitată asupra ligamentului suspensor este micșorată, ceea ce permite cristalinului să ia o formă mai bombată în virtutea elasticității sale proprii.

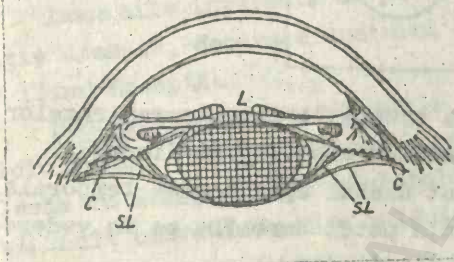


Fig. 94. Mecanismul de acomodare al ochiului pentru vederea apropiată. Cristalinul hășurat cu linii orizontale și irisul nehașurat = poziția în repaos; hașurările respective verticale = acomodarea pentru vederea apropiată. C - m. ciliar S - L - ligament suspensor.

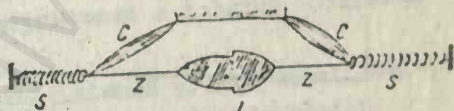


Fig. 95. Mecanismul acomodării. C - mușchiul ciliar relaxat (în stînga) și contractat (în dreapta); S - un arc, reprezentînd coroida elastică; I - cristalinul adaptat pentru vederea la distanță, în porțiunea stîngă a secțiunii și pentru vedere în apropiere (în dreapta); Z - zonula.

Intrebări de control: Ce formă are un cristalin extirpat și pus în soluție fiziologică? Afară de modificările aparatului dioptric, ce alte modificări mai au loc în timpul acomodării la vederea apropiată? Ce demonstrează experiența lui Scheiner?



## 68. RETINA .

### A. Demonstrarea petei oarbe. Experiența lui Mariotte.

Material necesar: o bucată de hîrtie neagră, pe care la distanța de 7 cm (cît este aproximativ distanța dintre cele 2 pupile) se fac 2 repere albe (o cruce și un disc) (Fig. 96).

Mod de lucru: Se închide ochiul stîng, iar ochiul drept privește fix crucea. Se deplasează hîrtia înainte și înapoi, privind continuu crucea, pînă cînd la un moment dat imaginea discului dispare. În acest moment razele luminoase, pornite din reperul alb mare, după refractarea în cristalin, se proiectează pe retină în dreptul petei oarbe, zonă lipsită de elemente fotosensibile.

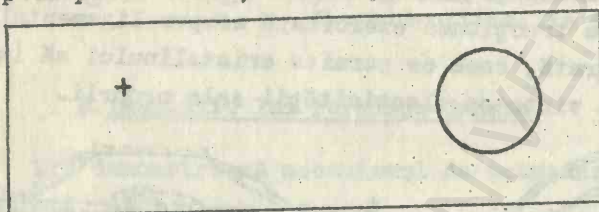


Fig. 96. Experiența lui Mariotte.

Recomandări: se va reprezenta schematic focalizarea razelor pe retină a celor 2 repere în momentul dispariției discului.

Intrebări: De ce trebuie ținut discul spre partea temporală a retinei, cînd demonstrăm prezența petei oarbe? De ce în vederea binoculară nu avem goluri în câmpul vizual?

### B. Demonstrarea petei galbene. Experiența lui Maxwell.

Material necesar: soluție de alaun de crom 5%; flacon cu pereții plani de aproximativ 5 cm grosime; ecran alb luminat puternic.

Mod de lucru: după dizolvarea soluției de alaun de crom, se filtrează și se umple flaconul. Prin această soluție pot trece numai radiațiile albastre, verzi și roșii.

Subiectul ține ochii închiși timp de un minut. Experimentatorul aranjează flaconul în fața ochilor subiectului și comandă acestuia să deschidă un ochi pentru a privi prin soluție ecranul alb luminat. Subiectul declară că vede un punct roșu, oval sau rotund, pe fondul albastru-verzui. Este imaginea petei galbene. Pigmentul galben absoarbe radiațiile verzi, albastre, violet, forța de absorpție crescînd progresiv spre violet.

### C. Formarea imaginii pe retină.

Material necesar: ochi de iepure albinos; plastilină; luminare.

Mod de lucru: se așează un ochi extirpat, într-un loc fix cu ajutorul plastilinei, lăsând libere polul anterior și posterior al globului ocular. Într-o cameră întunecată, se așează o luminare aprinsă în fața ochiului, la o distanță de  $1/2$  m și se examinează imaginea inversată a luminării, observată la polul posterior al globului.

Recomandări: de reprezentat schematic un ochi, marcând punctul nodal la 15 mm în fața retinei (la om) și de construit imaginea luminării pe retină.

### D. Rectificarea cerebrală a unei imagini retiniene.

Imaginile inversate de pe retină sînt percepute de noi în poziție dreaptă, deoarece creierul interpretează o imagine inversată ca fiind dreaptă.

Mod de lucru: se privește o lumină intensă printr-un mic orificiu, făcut într-un carton pe care îl ținem aproape de pupilă. Plasăm cu atenție capul unui bold între pupilă și orificiu, în așa fel, încît umbra dreaptă a boldului să cadă pe retină. Vom observa capul boldului răsturnat.

Recomandări: se va explica această iluzie aparentă și se va reprezenta schematic formarea umbrei boldului pe retină. Boldul va fi plasat în focarul principal al ochiului.

### E. Observarea stratului vascular al retinei (figurile lui Purkinje).

Vasele sanguine ale retinei sînt localizate la nivelul retinei, în fața celulelor cu conuri și bastonașe, încît lumina trebuie să treacă prin ele înainte de a ajunge la elementele fotoreceptoare. Totuși, în condiții obișnuite de iluminare, noi nu percepem umbra acestor vase, probabil, din cauza posibilității de adaptare a sensibilității retiniene cît și datorită faptului că, umbra care cade pe retină este difuză iar sensibilitatea retinei, situată dedesubtul vaselor, ar fi mărită (Helmholtz). Totuși, atunci cînd lumina este proiectată în ochi sub un unghi, care aruncă o umbră a vaselor pe o zonă a retinei, neobișnuită să le primească, ele de-



vin vizibile.

Material necesar: lanternă, lupă cu distanță focală mică, ecran alb.

Mod de lucru: lucrarea se efectuează într-o cameră întunecată. Subiectul ține un ochi închis iar cu celălalt, înclinat spre nas, privește ecranul din față. Un fascicul luminos de la o lanternă, îl focalizăm cu o lupă în colțul temporal extern al scleroticii subiectului. Subiectul vede pe ecran un câmp intens luminat, pe care se văd figurile Purkinje, ce reprezintă umbrele vaselor retinei.

Recomandări: se vor construi imaginile vaselor pe retină.

#### F. Rodopsina.

Rodopsina este un pigment fotosensibil de culoare roz-roșieatică, existent în segmentele externe ale bastonagelor. Când este decolorată de lumină, ea capătă mai întâi o culoare portocalie, care trece repede în galben, ajungând în cele din urmă în coloră.

Experiența pe broaște. Material necesar: broaște care au stat 24 ore la întuneric; trusă de disecție; cristalizor; soluție fiziologică, cameră obscură.

Mod de lucru. Se lasă broasca 24 ore la întuneric înainte de experiență. Experiența se efectuează în cameră obscură la lumina roșie. După paralizarea broaștei, se enuclează ochii; prin secțiune frontală se scoate corpul sticlos, se separă retina, pe care o punem într-un cristalizor cu soluție fiziologică, și-l acoperim. Se scot cristalizoarele la lumină și descoperim unul din ele. Se observă retina colorată purpuriu, care se decolorează sub privirea noastră, în timp ce retina din celălalt cristalizor (deschidem pentru moment capacul și ne uităm rapid) rămâne colorată.

Experiența lui Kühne pe iepure. Material necesar: iepure care a stat câteva zile la întuneric complet; soluție de alaun de Fe și  $\text{NH}_3$  5%.

Mod de lucru: scoatem iepurele din camera obscură și-l ținem în fața unui obiect, ale cărui lumini și umbre sînt net conturate (de exemplu, un geam de sticlă transparent cu benzi negre fixate la distanță de 5 cm). Expunerea animalului se face timp de 10-30 sec. la distanța de 25 cm față de obiectul luminat. După aceasta, la întuneric, se scoate ochiul (sub narcoză) și se fixează imaginea de pe retină cu soluție de alaun. Obținem pe retina prelucrată

109  
În acest fel optograma- imaginea pe retină a obiectului expus.  
Imaginea este provocată de decolorarea rodopsinei numai în locurile în care părțile luminoase ale imaginii, cad pe bastonașe.

O optogramă mai bună se obține pe iepure curarizat sau cu globul ocular imobilizat cu ajutorul legăturilor și prin adăugarea pe ochi a 1-2 picături de atropină( De ce?).Timpul de expunere la lumină este în funcție de intensitatea luminii și durează cam 10-60 secunde.

Intrebări de control: Care este ciclul rodopsinei?

### 69. DETERMINAREA CIMPULUI VIZUAL.

Cîmpul vizual al unui ochi este acea parte a lumii exterioare, cuprinsă de acest ochi, în momentul în care privirea este fixată într-o anumită direcție. Cîmpul vizual al fiecărui ochi cuprinde un unghi de circa  $160^{\circ}$  în meridianul orizontal și  $145^{\circ}$  în cel vertical. O linie verticală, care trece prin punctul de fixare, împarte cîmpul vizual într-o parte externă sau temporală și una internă sau nazală. Partea internă este mai mică datorită umbrei nasului și are o deschidere de aproximativ  $60^{\circ}$ . O linie orizontală, care trece prin punctul de fixare, divide cîmpul vizual într-o porțiune superioară și una inferioară, prima fiind redusă cu  $3-10^{\circ}$  de pleoapa superioară și marginea orbitei.

Determinarea cîmpului vizual prezintă și importanță clinică în stabilirea leziunilor la nivelul retinei sau a căilor optice. O metodă exactă pentru determinarea cîmpului vizual este aceea a perimetriei, care utilizează ca instrument de măsură perimetrul. O metodă simplă, dar neprecisă, de perimetrie, este procedeul confruntării.

Material necesar: perimetrul.

Mod de lucru: perimetrul cuprinde un braț metalic de forma unui arc de cerc mare, cu concavitatea îndreptată spre subiect (Fig 97a). Arcul este divizat din  $10$  în  $10^{\circ}$  de la  $0$  la  $100^{\circ}$ . Un suport care alunecă pe suprafața arcului, susține obiectul test, care poate fi deplasat astfel spre centru sau periferie. Brațul metalic este mobil în centrul său, putînd fi rotit cu orice unghi, gradul de înclinare față de planul vertical zero, fiind indicat de o săgeată prinsă la locul de fixare a arcului de suport.

Capul subiectului se sprijină cu bărbia pe un suport special



pentru bărbie(Fig.97 a3), așezat în fața brațului metalic.Subiectul se așează cu spatele spre lumină(perimetrul trebuie să fie bine iluminat), potrivește înălțimea suportului bărbiei și fixează cu un ochi punctul alb situat în centrul brațului metalic.Celălalt ochi este acoperit cu palma.

Experimentatorul așează arcul în plan vertical și deplasează obiectul test dinspre periferie spre centru, pînă cînd subiectul, a cărui privire este ațintită tot timpul asupra punctului alb,sesizează apariția obiectului test în cîmpul său vizual.Se notează numărul de grade de pe arc, la care apare testul.Brațul metalic este rotit treptat din 30 în 30° pînă la 360° și în fiecare poziție nouă pe care i-o dăm, se deplasează obiectul test spre centru pînă cînd este perceput de subiect.Toate aceste puncte (numărul de grade de pe arc), corespunzătoare fiecărei poziții a brațului, sînt notate pe o diagramă perimetrică, prin unirea cărora se obține delimitarea conturului cîmpului vizual(Fig.97 B).

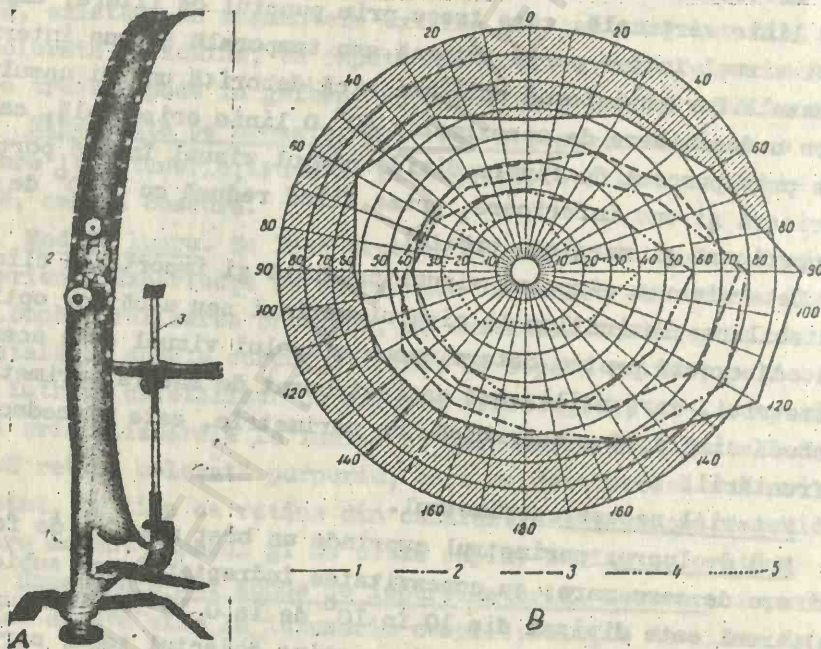


Fig.97.Determinarea cîmpului vizual.A-perimetrul.1-suport; 2-arcul metalic subdivizat în grade;3-suportul bărbiei.B-cîmpul vizual al ochiului drept.1-cîmpul vizual pentru alb;2-pentru galben 3-pentru albastru;4-pentru roșu și 5-pentru verde.

Diagrama perimetrică este împărțită în cercuri(comparabile cu celele unei hărți geografice), care indică gradele de la punctul

de fixare, și în linii radiare(meridiane), care arată înclinarea brațului metalic.

Cîmpul vizual pentru culori.Schimbăm obiectul test cu o culoare și determinăm în același mod cîmpul vizual pentru culoarea respectivă.Deplasarea testului se face pînă cînd subiectul percepe culoarea respectivă și nu numai simpla apariție a unui obiect care-care în cîmpul vizual.

După determinarea cîmpului vizual pentru un ochi, se repetă aceleași operații pentru celălalt ochi.

Metoda confruntării: observatorul se plasează la aproximativ 60 cm în fața pacientului.Unul din ochii acestuia este acoperit, în timp ce ochiul celălalt, fixat asupra ochiului opus al examinatorului, este cercetat.

Examinatorul ține un deget la mijlocul distanței dintre el și pacient, dar înafara propriului său cîmp vizual, mișcîndu-l apoi încet către linia mediană.Examinatorul compară poziția în care începe să-și vadă degetul, cu aceea în care acesta începe să fie văzut de pacient.Se repetă aceeași mișcare în diferite direcții, în sus, în jos și lateral.

Recomendări:se va determina cîmpul vizual pentru alb,albastru, roșu și verde.Pentru a vedea mărimea cîmpurilor mono- și binoculare, se va proiecta pe aceeași diagramă perimetrică cîmpurile vizuale ale celor 2 ochi.

Întrebări de control. Cum se va modifica cîmpul vizual al ochiului drept și stîng după: 1-secțiunea nervului optic stîng; 2-secțiunea tractului optic drept;3-secțiunea ambilor nervi optici. Ce repercursiuni va avea asupra cîmpului vizual, secțiunea longitudinală mediană a chiasmei optice? De ce cîmpurile vizuale pentru culori sînt mai mici, decît cîmpul pentru alb-negru? Indicați un alt procedeu prin care se poate determina cîmpul vizual.



## 70. REGIAREA ACTIVITATII ANALIZATORILOR.

Perceperea lumii exterioare de către om este condiționată nu numai de recepționarea directă a excitațiilor, ci și de acele legături reflexcondiționate, care s-au format în decursul vieții. Ele pot completa sau modifica tabloul real al realității recepționate. Acestor fenomene aparțin iluziile optice. Creierul poate fi îngelat de imitațiile anumitor efecte, pe care se bazează aprecierile noastre vizuale asupra dimensiunilor formelor și distanțelor obiectelor. Astfel dacă privim cele 2 linii orizontale, terminate cu săgeți orientate în mod diferit, avem impresia că linia cu săgeata orientată extern, este mai lungă. Iluziile optice pot fi demonstrate și pe celelalte desene din Fig. 98.

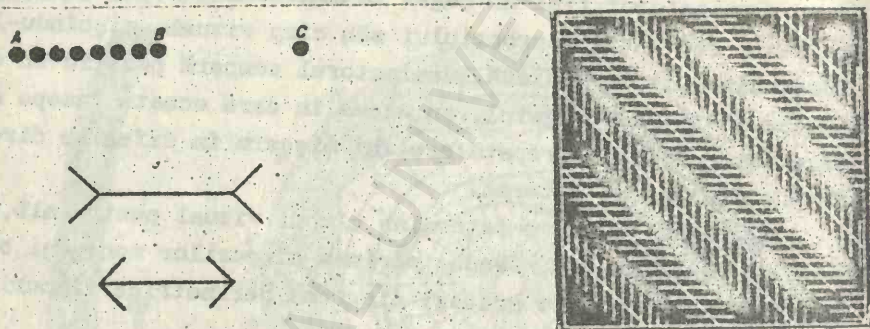


Fig. 98. Iluzia optică. Distanța de la A la B pare mai mare decât aceea de la B la C; ele sînt identice. Iluzie a dimensiunilor. Liniile orizontale sînt de aceeași lungime. Liniile lui Zollner. Liniile lungi diagonale par convergente; în realitate, ele sînt paralele.

Dacă executăm în fața noastră mișcări circulare mici a desenului de pe Fig. 99, vom avea senzația de rotire a discurilor în direcția de rotire a desenului, iar roata dințată centrală, în direcție opusă. Una din explicații ar fi aceea că porțiunile albe de pe desen, sînt recepționate succesiv, în diferite locuri din spațiu, ceea ce creează efectul de mișcare.

Spre deosebire de senzații, percepțiile reflectă nemijlocit lucrurile, obiectele și fenomenele în întregime, ignorînd uneori proprietățile lor nesemnificative. Percepțiile au un caracter selectiv. Din multitudinea obiectelor, care ne înconjoară, noi observăm

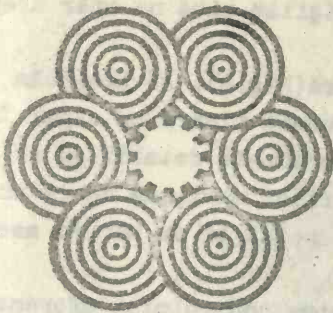


Fig.99.

etatea zonelor corticale de a-și controla aferențele sale proprii, prin aferență inversă.

Selectivitatea percepțiilor, poate fi ușor demonstrată prin următoarele experiențe: observați figurile de mai jos, care reprezintă în același timp o vază sau 2 profile(A); un iepure sau boboc de rață(C); o femeie tânără sau bătrână(B)(Fig.100). Observarea unei

Fig.100. A-vază sau 2 profile; B-femeie tânără sau bătrână; C- iepure sau boboc de rață?



A



C



B

figuri sau alteia, depinde de selectarea caracterelor principale și secundare (de fond). Astfel, pe Fig.A, dacă concentrăm atenția asupra vasei albe, atunci profilele negre vor fi incluse în fond și devin neobservate. Dacă cele două fișii albe (Fig.C), ce pleacă din partea atîngă a capului, vor fi percepute ca un cioc, vom vedea o rață și nu vom concentra atenția asupra

trăsăturilor din partea dreaptă, care reprezintă gura și nasul



iepurelui. Concentrînd invers atenția, fișiiile albe ne apar drept urechile iepurelui.

Dacă liniile hăgurate de sub coafură (Fig.B), le imaginăm ca gene și nas, ne apare un tablou de femeie tînră cu capul îndreptat spre dreapta sa. Dacă nu observăm aceste detalii și ne concentrăm atenția numai asupra contururilor mari, ne apare un tablou de femeie în vîrstă, cu un nas corcizat și cu bărbia ascunsă în blană.

Intrebări: Cum explicați posibilitatea controlului aferenței ei prin mecanismul aferenței inverse? Dați cîteva exemple din care să rezulte posibilitatea controlului de către etajele nervoase superioare a cantității de informație ce pătrunde în SNC.

ANEXE



**Fig.101.** Mușchii piciorului stîng de pe fața dorsală a broagtei (*Rana esculenta*) după Ecker.

1-m.coccygeo-iliacus; 2-m. gluteus; 3-m.pyriformis; 4-m.vastus externus; 5-m. triceps femoris; 6-m.tensor fasciae latae; 7-m.gracilis (drept intern) minor; 8-m.se-mimembranosus; 9-m.ileofibularis; 10-m.gastrocnemius; 11-m.tibialis anticus; 12-m.peroneus.

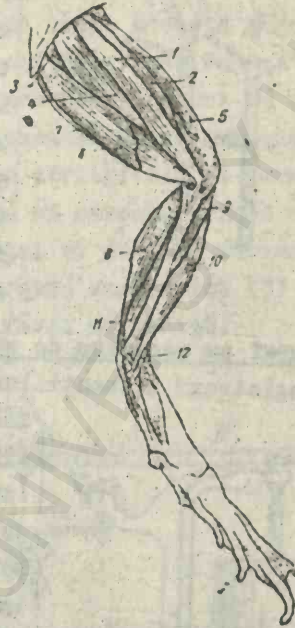


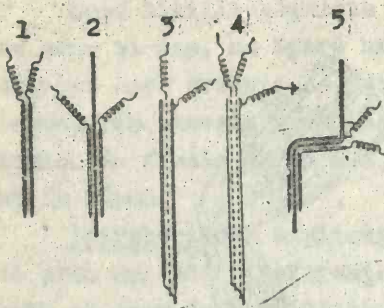
**Fig.102.** Mușchii piciorului stîng de pe fața ventrală a broagtei (*Rana esculenta*) după Ecker.

1-m.sartorius; 2-m.adductor longus; 3-m.adductor brevis; 4-m.adductor magnus; 5-m.vastus internus triceps femoris; 6-m.gracilis (drept intern) major; 7-m.gracilis minor; 8-m.gastrocnemius; 9-m.extensor cruris (coapsei); 10-m.tibialis anticus; 11-m.tibialis posticus; 12-m.flexor tarsal.



Diferite tipuri de electrozi folosiți în stereotaxie(Fig.102).

Fig.102. 1-electrozi bipolari;



2-electrozi bipolari cu o sîrmă de fixare; 3-electrozi concentrici; 4-electrozi bipolari, ecranați printr-un ac de seringă; 5-electrozi de implantare(îndoiturile permit o fixare mai bună de craniu); sîrma din centru permite fixarea la portelec-trodul din aparatul stereotaxic.Confecționarea electrozilor- ca în lucrarea 18.

Kimograf cu mecanism de ceas. Este folosit frecvent ca suprafață de înregistrare a funcțiilor.Orice tip de kimograf trebuie să

îndeplinească următoarele condiții: viteza kimografului să fie reglabilă, iar pe de altă parte, kimograful aranjat la o anumită viteză, trebuie să se rotească uniform.Funcționarea: se întoarce mecanismul de ceasornic(3 Fig. 103) cu ajutorul cheii(8).Se înlătură piedica(7), cînd începe derularea arcului mecanismului de ceasornic, ce pune în mișcare bara transversală(9) pe care se află un cursor(4), ce vine în contact cu baza cilindrului(2).Viteza cilindrului se modifică cu ajutorul paletii(fluturag) (5), care este

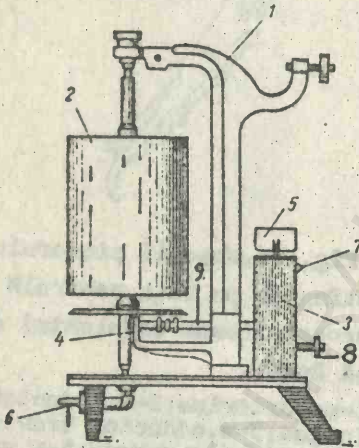


Fig.103.

cuplată la mecanismul de derulare a arcului ceasornicului.Cu cît mărimea paletii este mai mare, frecarea cu aerul este mai mare; viteza de derulare a arcului- mai redusă și în consecință viteza cilindrului va fi mai mică.Viteza cilindrului se poate modifica și cu ajutorul cursorului(4) : prin apropierea lui de centru, viteza crește.De ce? Cînd dorim să deplasăm cursorul, saltăm baza cilindrului cu pîrghia (6) și în felul acesta evităm frecarea cursorului de baza cilindrului.

Dacă viteza de desfășurare a unei funcții este mare și dorim să înregistrăm fiecare detaliu al funcției respective, vom folosi

o viteză mare a kimografului și invers.

**Miograf Marey.** Este unul din cele mai obișnuite aparate, pentru înregistrarea contracțiilor musculare. Este format dintr-o masă metalică (A Fig. 104), fixată cu o virolă (B) de un suport. Pentru a modifica înclinarea întregului dispozitiv, se folosește pîrghia excentrică (1), care execută brusc această mișcare, sau un gîrîb micrometric (2), ce deplasează lent masa. Penița înscrisitoare (P) este o pîrghie de gradul I, care are un punct de sprijin (S), brațul rezistenței (R) fiind reprezentat de o lamă elastică, iar pe brațul forței (a) este fixat un cîrlig (c), de care se leagă mușchiul. Cîrligul se află fixat pe un cursor, prin a cărui deplasare se poate modifica brațul forței și de aici mărimea amplificării funcției înregistrate. Cum? Pîrghia excentrică (3) permite înclinarea adecvată a preparatului fixat de peniță.

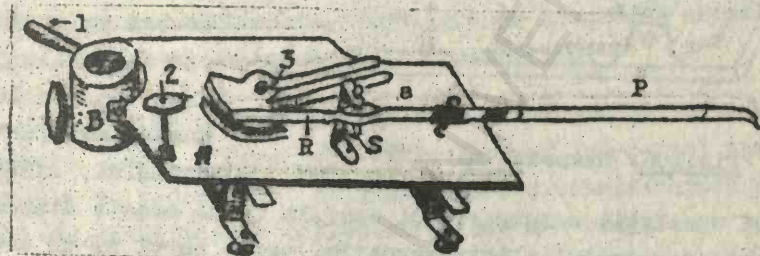


**Fig. 104.** Miograf Marey. Explicația în text.

**Semnal electromagnetic a lui Dépréz (Fig. 105),** este aparatul care marchează pe grafic momentul aplicării excitantului electric.

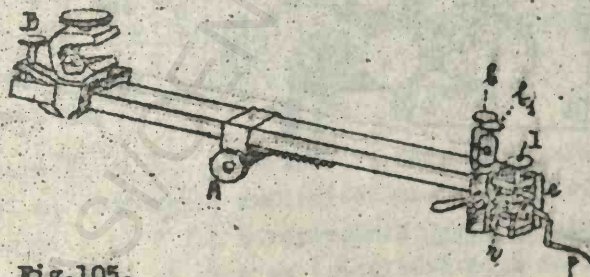


**Fig. 105.**

Este format dintr-un electromagnet, care în momentul alimentării cu un curent electric continuu, ce pătrunde prin cele 2 borne (b, b<sub>1</sub>) ale sale, atrage o bucată de fier moale

(e); de care este atașată o peniță înscrisitoare (p). După întreruperea curentului, placa de fier moale împreună cu penița înscrisitoare, revin la poziția inițială grație unui resort (r).

Odată fixat pe suport, semnalul poate fi deplasat pe orizonta-



lă cu ajutorul cremalierii A, iar pe verticală- cu ajutorul şurubului micrometric(1).

Diapazonul electric (Fig.106) funcţionează ca un autoîntrerupător de curent cu o frecvenţă de 100 Hz. În momentul când prin cele 2 borne(1) pătrunde curentul continuu, electromagnetul (e) atrage braţul diapazonului şi în felul acesta întrerupe circuitul la nivelul contactului (a,b). După întreruperea circuitului şi demagnetizării electromagnetului, braţul diapazonului revine la poziţia iniţială, datorită elasticităţii sale şi închide circuitul

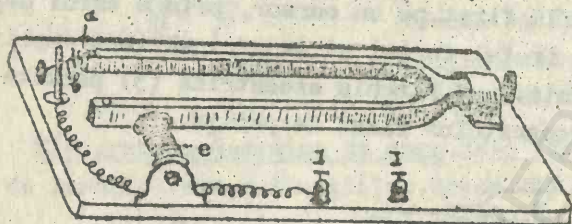
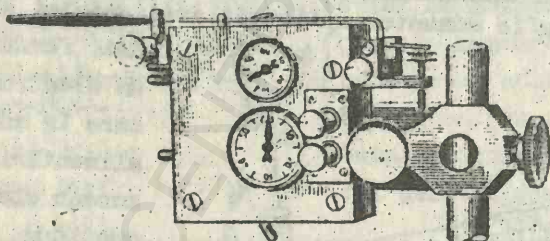


Fig.106. Diapazon electric.

electric. Întreruperile succesive ale curentului sînt recepţionate de către semnalul electromagnetic, care marchează pe grafic o serie de oscilaţii cu frecvenţa de 100 Hz. Cunoşcînd frecvenţa curentului, aflăm dura-

ta unei oscilaţii complete(0,01 sec). În felul acesta diapazonul combinat cu semnalul electromagnetic, poate servi ca un cronograf.

Pentru înscriserea timpului la un interval mai mare de 0,01 sec se folosesc cronografe cu mecanism de ceasornic, ca de exemplu



cronograful lui Jaquet(Fig.107), care marchează 1 sec sau 1/5 sec.

Fig.107. Cronograful lui Jaquet.

# NOTIUNI DE CALCUL STATISTIC.

Rezultatele experimentale se reprezintă obişnuit sub formă de medie aritmetică ( $\bar{x}$ )  $\pm$  eroarea standard (E.S.).

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad \text{în care } \sum = \text{suma}; X_i = \text{valorile individuale, iar}$$

$n$  = numărul de experiențe luate în calcul.

Eroarea standard ne indică gradul de împrăștiere a valorilor în jurul valorii medii. Ea se calculează după următoarea formulă:

$$E.S. = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}} \quad \text{în care } \sum d^2 \text{ reprezintă suma pătratelor}$$

deviațiilor fiecărei valori față de valoarea  $\bar{X}$ . În acest scop se calculează diferența fiecărei valori față de valoarea mediei; se ridică la pătrat diferența, după care se însumează pătratele deviațiilor.  $n$  reprezintă numărul de observații.

Majoritatea cercetătorilor sînt de părere ca să se ia în considerație numai diferențele dintre loturi, care sînt asigurate din punct de vedere statistic. Ca măsură a semnificației servește pragul de semnificație ( $p$ ). Valoarea cea mai mică, care se consideră semnificativă din punct de vedere statistic, este considerată valoarea  $p < 0,05$ . Aceasta înseamnă că admitem să ne înșelăm în mai puțin de 5% din cazuri cercetate, că lotul II este identic cu primul lot. Cu cît valoarea  $p$  este mai mică ( $0,05 \longrightarrow 0,001$ ) cu atît semnificația crește.

Pentru a cunoaște pragul de semnificație ( $p$ ), se calculează testul de semnificație, testul  $t$  a lui Student:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

în care  $\bar{X}_1$  și  $\bar{X}_2$  sînt mediile celor 2 loturi, care se compară;  $n_1$  și  $n_2$  reprezintă numărul de observații (cifre) luate în calcul la lotul 1 și 2 iar  $S$  reprezintă deviația standard mixtă pentru ambele loturi și care se calculează după formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum d_1^2 + \sum d_2^2}{n'}}$$

în care  $\sum d_1^2$  reprezintă suma pătratelor deviațiilor la lotul 1 și respectiv 2 ( $\sum d_2^2$ ) iar

$n'$  sînt gradele de libertate ale distribuției și se calculează din:

$$n_1 + n_2 - 2.$$

Cunoscînd valoarea  $t$ , rezultată din calcul, și gradele de li-



bertate ( $n'$ ) pentru loturile ce se compară, se poate afla valoarea pragului de semnificație ( $p$ ) pe baza tabelului de mai jos.

Tabel pentru calculul probabilității de asigurare statistică.

| $n' \backslash p$ | 0,1  | 0,05  | 0,02  | 0,01  | 0,002  | 0,001 |
|-------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 1                 | 6,31 | 12,70 | 31,82 | 63,70 | 318,30 | 637,0 |
| 2                 | 2,92 | 4,30  | 6,97  | 9,92  | 22,33  | 31,6  |
| 3                 | 2,35 | 3,18  | 4,54  | 5,84  | 10,22  | 22,9  |
| 4                 | 2,13 | 2,78  | 3,75  | 4,60  | 7,17   | 8,61  |
| 5                 | 2,01 | 2,57  | 3,37  | 4,03  | 5,89   | 6,86  |
| 6                 | 1,94 | 2,45  | 3,14  | 3,71  | 5,21   | 5,96  |
| 7                 | 1,89 | 2,36  | 3,00  | 3,50  | 4,79   | 5,40  |
| 8                 | 1,86 | 2,31  | 2,90  | 3,36  | 4,50   | 5,04  |
| 9                 | 1,83 | 2,26  | 2,82  | 3,25  | 4,30   | 4,78  |
| 10                | 1,81 | 2,23  | 2,76  | 3,17  | 4,14   | 4,59  |
| 11                | 1,80 | 2,20  | 2,72  | 3,11  | 4,03   | 4,44  |
| 12                | 1,78 | 2,18  | 2,68  | 3,05  | 3,93   | 4,32  |
| 13                | 1,77 | 2,16  | 2,65  | 3,01  | 3,85   | 4,22  |
| 14                | 1,76 | 2,14  | 2,62  | 2,98  | 3,79   | 4,14  |
| 15                | 1,75 | 2,13  | 2,60  | 2,95  | 3,73   | 4,07  |
| 16                | 1,75 | 2,12  | 2,58  | 2,92  | 3,69   | 4,01  |
| 17                | 1,74 | 2,11  | 2,57  | 2,90  | 3,65   | 3,96  |
| 18                | 1,73 | 2,10  | 2,55  | 2,88  | 3,61   | 3,92  |
| 19                | 1,73 | 2,09  | 2,54  | 2,86  | 3,58   | 3,88  |
| 20                | 1,73 | 2,09  | 2,53  | 2,85  | 3,55   | 3,85  |
| 21                | 1,72 | 2,08  | 2,52  | 2,83  | 3,53   | 3,82  |
| 22                | 1,72 | 2,07  | 2,51  | 2,82  | 3,51   | 3,79  |
| 23                | 1,71 | 2,07  | 2,50  | 2,81  | 3,49   | 3,77  |
| 24                | 1,71 | 2,06  | 2,49  | 2,80  | 3,47   | 3,74  |
| 25                | 1,71 | 2,06  | 2,49  | 2,79  | 3,45   | 3,72  |
| 26                | 1,71 | 2,06  | 2,48  | 2,78  | 3,44   | 3,71  |
| 27                | 1,71 | 2,05  | 2,47  | 2,77  | 3,42   | 3,69  |
| 28                | 1,70 | 2,05  | 2,47  | 2,76  | 3,41   | 3,67  |
| 29                | 1,70 | 2,05  | 2,46  | 2,76  | 3,40   | 3,66  |
| 30                | 1,70 | 2,04  | 2,46  | 2,75  | 3,39   | 3,65  |
| 31                | 1,70 | 2,04  | 2,46  | 2,75  | 3,38   | 3,64  |
| 32                | 1,70 | 2,04  | 2,45  | 2,74  | 3,38   | 3,63  |

| n° p | 0,1  | 0,05  | 0,02  | 0,01  | 0,002 | 0,001 |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 33   | 1,70 | 2,04  | 2,45  | 2,74  | 3,37  | 3,62  |
| 34   | 1,69 | 2,03  | 2,44  | 2,73  | 3,36  | 3,61  |
| 35   | 1,69 | 2,03  | 2,44  | 2,73  | 3,35  | 3,60  |
| 36   | 1,69 | 2,03  | 2,43  | 2,72  | 3,34  | 3,59  |
| 37   | 1,69 | 2,03  | 2,43  | 2,72  | 3,33  | 3,59  |
| 38   | 1,69 | 2,03  | 2,43  | 2,71  | 3,32  | 3,57  |
| 39   | 1,69 | 2,02  | 2,43  | 2,71  | 3,31  | 3,56  |
| 40   | 1,68 | 2,02  | 2,42  | 2,70  | 3,31  | 3,55  |
| 41   | 1,68 | 2,02  | 2,42  | 2,70  | 3,30  | 3,54  |
| 42   | 1,68 | 2,02  | 2,42  | 2,70  | 3,30  | 3,53  |
| 43   | 1,68 | 2,02  | 2,42  | 2,69  | 3,30  | 3,53  |
| 44   | 1,68 | 2,02  | 2,42  | 2,69  | 3,29  | 3,52  |
| 45   | 1,68 | 2,01  | 2,42  | 2,69  | 3,29  | 3,52  |
| 46   | 1,68 | 2,01  | 2,41  | 2,68  | 3,28  | 3,51  |
| 47   | 1,68 | 2,01  | 2,41  | 2,68  | 3,27  | 3,51  |
| 48   | 1,68 | 2,01  | 2,41  | 2,68  | 3,26  | 3,50  |
| 49   | 1,68 | 2,01  | 2,41  | 2,68  | 3,26  | 3,50  |
| 50   | 1,67 | 2,009 | 2,403 | 2,678 | 3,25  | 3,495 |
| 60   | 1,67 | 2,00  | 2,39  | 2,66  | 3,23  | 3,46  |
| 70   | 1,67 | 2,00  | 2,39  | 2,66  | 3,21  | 3,44  |
| 80   | 1,66 | 1,99  | 2,38  | 2,65  | 3,20  | 3,42  |
| 90   | 1,66 | 1,99  | 2,37  | 2,64  | 3,19  | 3,40  |
| 100  | 1,66 | 1,99  | 2,37  | 2,63  | 3,18  | 3,38  |
| 120  | 1,66 | 1,98  | 2,36  | 2,62  | 3,17  | 3,37  |
| 200  | 1,65 | 1,972 | 2,345 | 2,601 | 3,14  | 3,339 |
|      | 1,64 | 1,960 | 2,326 | 2,576 | 3,09  | 3,291 |

De exemplu, dacă  $t$  este 3,40 pentru  $n' = 5$  atunci  $p$  este mai mic decât 0,02.

Prescurtări folosite în text.

$n$ =nerv

ms. sau msec.=milisecunde

vz.=vezi

$m$ =mugchi

s sau sec. =secunde



BIBLIOGRAFIE.

- Andrew, B.L.: Experimental Physiology. Churchill Livingstone Edinburg and London. 1972
- Baciu, I.: Fiziologie. Ed. did. ped. București 1970
- Batuev, A., Nikitina, I.: Malfi praktikum po fiziologhii celoveka i jivotnih. Vissjaia scola, Moskva 1967
- Benetato, Gr.: Elemente de fiziologie normală și patologică. Ed. med. București 1962
- Best, C.H., Taylor, N.B.: The physiological basis of medical practice. The Williams et Wilkins Comp. Baltimore, Md. 1966
- Bilibin, D.P., Vetcinkina, K.T., Vlasova, I.G. și col.: Praktikum po fiziologhii (K.M. Kullanda Ed.) Izd. Med. Moskva 1970
- Bures, J., Petran, M., Zachar, J.: Elektrofiziologhiceskie metody is-sledovania. IIL Moskva 1962.
- Cărare, N., Rotaru, C.: Lucrări practice de fiziologie. IMF Iași 1975
- Cotruș, M.: Fiziologia animalelor domestice. Ed. did. ped. București 1975
- Cotruș, M.: Lucrări practice la cursul de fiziologie a animalelor domestice. Ed. did. ped. București 1965
- Dimitriev, A.S.: Fiziologhia visgei nervnoi deiatelnosti. Moskva visjaia scola 1974
- Groza, P.: Fiziologie umană. Ed. med. București 1974
- Guyton, A.C.: Textbook of medical physiology. Saunders Comp. 1971
- Haulică I.: Sistemul nervos vegetativ. Ed. med. 1975
- Harris, D.T., Gilding, H.P., Smart, W.A.: Experimental physiology for medical students. J. et Churchill Ltd. London 1956
- Hoar, W., Hickman, C.: A laboratory companion for general and comparative physiology. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs New Jersey 1967.
- Jitaru, M., Alexa, E.: Lucrări practice de electrofiziologie. Univ. "Al.I. Cuza" Iași 1951.
- Kogan, A.B., Scitov, S.I.: Tehnica fiziologhiceskogo ecsperimenta Bolgoi praktikum po fiziologhii celoveka i jivotnih. Moskva 1967.
- Makarov, P.O.: Praktikum po fiziologhii i biofiziche organov ciuvst-analizatorov. Moskva Vissjaia scola. 1973

Milner, P.M.: Physiological Psychology. N.Y.-London 1970

Nastuk, W.L. (Ed.): Physical techniques in biological research Vol.

V A, Acad. Press N.Y.-London 1964

Pora, E., Rogea, D., Farcagan, V.: Tehnica pentru lucrări de fiziologie animală. Bragov, Lit. inv. 1955

Prosser, C.L.: Comparative animal physiology. W.B. Saunders Comp. Philadelphia-London-Toronto 1973.

Santa, N., Jitariu, P.: Fiziologia animalelor și a omului. Ed. did. ped. București 1970

Skinner, J.E.: Neuroscience: A laboratory manual. W.B. Saunders Comp. Philadelphia-London-Toronto 1971

Stoica, M., Mihăilescu, I.: Lucrări practice de anatomie și fiziologie animală. Ed. did. ped. București 1974.

Szentágothai, J., Flerko, B., Mesa, B., Halász, B.: Hypothalamic control of the anterior pituitary. Akad. Kiado. Budapest 1968

Voronin, L.G., Kolbanovskii, V., Maș, R.D.: Fiziologia viszei nervnoi deiatelnosti i psihologhiia. Izd. Prosvetsheniia Moskva 1970

Zilov, G.N., Magnitkii, A.N., Makaricev, A.I. et al.: Lucrări practice de fiziologie. Ed. stat. lit. și t. București 1954.





BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



BCU IAS/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IAS/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



BCU LASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY